

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y
AUTOMÁTICA



DISEÑO HARDWARE PARA UN MICROROBOT. EUROBOT

PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD: AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL

Tutor: José María Armingol Moreno

Alumno: Rocío Gálvez Castillo





ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	8
2.	ESTADO DEL ARTE.....	11
2.1.	Historia de la robótica.....	11
2.2.	La robótica.....	14
2.3.	Eurobot.....	18
2.3.1.	Ediciones anteriores.....	19
2.4.	Estrategia Eurobot 2010.....	25
3.	ARQUITECTURA HARDWARE.....	30
3.1.	Arquitectura hardware 2008.....	30
3.2.	Evolución de la arquitectura hardware.....	31
3.3.	Arquitectura hardware final.....	34
4.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	35
4.1.	Batería.....	36
4.2.	Placa de potencia.....	39
4.2.1.	Regulador de voltaje.....	39
4.2.2.	Enlace placa de control servo-motores y placa driver.....	43
5.	SISTEMA SENSORIAL.....	45
5.1.	Sensores.....	46
5.1.1.	Sensores infrarrojos.....	46
5.1.2.	Sensor de contacto o fin de carrera.....	53
5.1.3.	Encoders.....	54
5.2.	Placa sensorial.....	55
6.	SISTEMA DE CONTROL.....	57
6.1.	Placa Linux.....	58
6.2.	Placa servo-motores.....	59
6.3.	Placa de drivers.....	63
7.	PRESUPESTO.....	66
7.1.	Costes de material.....	66
7.1.1.	Electrónica y alimentación.....	66
7.1.2.	Sensores.....	66
7.1.3.	Actuadores.....	66
7.1.4.	Estructura.....	66
7.1.5.	Sistema locomotor.....	66



7.1.6.	Campo y elementos del juego	67
7.2.	Costes de personal	67
7.3.	Coste global	67
8.	CONCLUSIONES	68
8.1.	Tendencias futuras.....	68
9.	REFERENCIAS	70
9.1.	Recursos electrónicos.....	70
9.2.	Recursos bibliográficos.....	71
10.	Anexos	72
10.1.	Normativa del concurso.....	72
10.2.	Hojas de características	78
10.2.1.	Batería	78
10.2.2.	Microprocesador	81
10.2.3.	Motores	86
10.2.4.	Encoders	87
10.2.5.	LM1577-15V.....	88
10.2.6.	LM2599-5V.....	90
10.2.7.	Bumpers	92
10.2.8.	GP2D1	96
10.2.9.	GP2D120.....	99
10.3.	Circuitos impresos.....	103
10.3.1.	Capa top placa sensorial	103
10.3.2.	Capa bottom placa sensorial	103
10.3.3.	Capa top placa de potencia.....	104
10.3.4.	Capa bottom placa de potencia.....	104



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 'Flux capacitor'	9
Figura 2 - Telar de Jacquard.....	11
Figura 3 - Prototipo robot humanoide.....	12
Figura 4 - Robot móvil.....	17
Figura 5 - Robot medico Da Vinci	17
Figura 6 - Logotipo Eurobot.....	18
Figura 7 - Eurobot 1999, Ataque al castillo	20
Figura 8 - Eurobot 2000, Parque de atracciones.....	20
Figura 9 - Eurobot 2001, Odisea en el espacio.....	21
Figura 10 - Eurobot 2002, Billar aéreo	21
Figura 11 - Eurobot 2003, Cara o cruz	22
Figura 12 - Eurobot 2004, Rugby de cocos.....	22
Figura 13 -Eurobot 2005, Juego de bolos	23
Figura 14 - Eurobot 2006, Un divertido golf.....	23
Figura 15 - Eurobot 2007, Rally de reciclado.....	24
Figura 16 - Eurobot 2008, Misión a Marte	24
Figura 17 - Eurobot 2009, Templos de la Atlántida	25
Figura 18 - Distribución de objetos a lo largo del campo de juego	26
Figura 19 - Sensor lateral izquierdo	27
Figura 20 -Trayectoria curva seguida por el microrobot.....	28
Figura 21 - Almacenaje de elementos en el interior del microrobot	28
Figura 22 - Arquitectura Hardware 2009.....	30
Figura 23 - Porta-placas	33
Figura 24 - Arquitectura hardware final	34
Figura 25 - Sistema de alimentación.....	35
Figura 26 - Batería Yuasa NPH5-12	36
Figura 27 - Posición de la batería	37
Figura 28 - Proceso de carga de la batería	38
Figura 29 -Proceso de descarga de la batería.....	39
Figura 30 - Circuito de acondicionamiento del regulador LM25577-15V	41
Figura 31- Circuito de acondicionamiento del regulador LM2596-5.0.....	42
Figura 32 - Reguladores de tensión.....	42
Figura 33 - Flujo de información en la placa de potencia.....	43
Figura 34 - Conexiones para el flujo de datos entre placa de drivers y placa de control de servo-motores	43
Figura 35 - Sistema sensorial.....	45
Figura 36- Sensores infrarrojos GP2DXX.....	46
Figura 37 - Funcionamiento de los sensores GP2DXX.....	48



Figura 38 - Curva de salida de los sensores infrarrojos en función de la distancia	49
Figura 39 - Sensor lateral izquierdo	50
Figura 40 - Sensores frontales	50
Figura 41 - Conector sensor infrarrojo.....	51
Figura 42 - Trigger Schmitt [13].....	51
Figura 43 - Ajuste de la distancia de detección.....	52
Figura 44 - Estructura fin de carrera	53
Figura 45 - Funcionamiento encoder	54
Figura 46 - Encoder EB50 Bernio.....	55
Figura 47 - Conexiones placa sensorial.....	56
Figura 48 - Esquema sistema de control.....	57
Figura 49 - Single-board computer	58
Figura 50 - Microcontrolador 8052.....	60
Figura 51 - asignación de salidas del microcontrolador 8052.....	61
Figura 52 - Convertidor MAX232.....	61
Figura 53 - Conexión convertidor con el puerto serie	62
Figura 54 - Placa servo-motores y sus conexiones	62
Figura 55 - Flujo de información de la placa driver	63
Figura 56 - características LMD18200T.....	63
Figura 57 - Diagrama de bloques del driver	64
Figura 58 - Encapsulado del driver.....	64
Figura 59 - Placa drivers.....	65
Figura 82 - Recolectar la mayor cantidad de frutas, hortalizas y semillas	72
Figura 83 - Dimensiones máximas de la base del Robot	73
Figura 84 - Altura máxima del Robot	74
Figura 85 - Área de inicio del campo de juego	75
Figura 86 - Campo de juego Eurobot 2010.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Parámetros batería Yuasa	37
Tabla 2- Características regulador LM2577T-15V.....	40
Tabla 3 - Características regulador LM2596-5.0	41
Tabla 4 - Familia GP2DXX de Sharp	47
Tabla 5 - Características principales GP2D12	48
Tabla 6 - Características principales GP2D120.....	49



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El laboratorio de Sistemas Inteligentes (LSI) de la Universidad Carlos III de Madrid participa desde hace varios años en un concurso de microrobots a nivel internacional llamado Eurobot [1]. Cada año el concurso se basa en unas nuevas reglas y se establecen unos nuevos objetivos para competir. Según la normativa y las especificaciones de cada edición un grupo de estudiantes de la universidad trabaja en la conceptualización, diseño e implementación de un nuevo microrobot.

En el año 2010, como en ediciones anteriores, trabajaron conjuntamente estudiantes de ingeniería de diferentes disciplinas que conciernen a la robótica: mecánica, informática y electrónica. Cada área se encargó de una parte específica del diseño e implementación del microrobot, pero hubo un trabajo conjunto entre todas las áreas para facilitar la integración final; sobre todo en la parte inicial de conceptualización del microrobot. En este punto se estableció la estrategia de juego que influiría en el diseño hardware, software y mecánico.

Una vez establecida la estrategia y con ellas las especificaciones de diseño se comenzó a trabajar en el diseño del microrobot.

El área de informática se encargó de la programación y del diseño de la estructura software, de la implementación del software de control de cada uno de los dispositivos hardware y de la comunicación entre estos dispositivos.

El área de mecánica realizó el diseño mecánico del robot y se encargó de la elección y disposición de combinaciones complejas de actuadores que aumentaban el abanico de movimientos que el microrobot podía llevar a cabo.

Finalmente, el área de electrónica, a la que se refiere este documento, fue la encargada del diseño y la implementación de los distintos sistemas que componían la estructura hardware del microrobot: sistema de alimentación, sistema de control, sistema sensorial y sistema locomotor y actuadores.

Finalmente tras meses de trabajo y colaboración entre las diferentes áreas se construyó el microrobot “Flux Capacitor”, participante en la edición de 2010 de la ya mencionada competición de Eurobot, obteniendo un tercer puesto a nivel estatal.

FLUX CAPACITOR

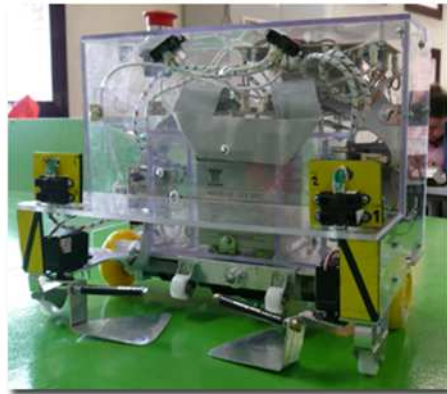


Figura 1 - 'Flux capacitor'

Con este puesto Flux Capacitor tenía posibilidad de competir a nivel internacional en el concurso que se iba a celebrar un mes después. Pero debido a la superioridad mecánica de los microrobots contrincantes se llegó a un acuerdo y se realizó una colaboración con otro grupo de estudiantes. Finalmente no se alcanzó un puesto relevante en el concurso internacional.

Uno de los objetivos que el grupo de trabajo se estableció desde el inicio del proyecto fue reutilizar en la medida posible el trabajo que había realizado los grupos de ediciones pasadas. Para ello se realizó un estudio de los microrobots anteriores y se intentó adoptar todos los avances que se habían obtenido tanto a nivel mecánico, electrónico y de software. También se intentó aprender de los errores pasados y se intentó solucionarlos.

Siguiendo esta filosofía de trabajo se ha realizado este año a nivel hardware una base genérica que pueda valer para futuras ediciones, con el fin de que los futuros grupos puedan utilizar este mismo hardware como punto de partida y se puedan centrar en realizar mejoras que aumenten la eficacia y precisión del microrobot, o que cuenten con más tiempo para perfeccionar otras áreas que dependen más de la estrategia de cada edición como son el diseño mecánico y software.

Lo que se pretende es que cada año se consiga un robot más competitivo y para ello es necesario tener una base bien documentada. Por ello, el objetivo de este documento es el de servir de manual para futuros alumnos encargados de la parte electrónica. Las características relativas a la informática y mecánica son únicamente mencionadas para un mejor entendimiento global del funcionamiento del sistema.



En resumen, los objetivos de este proyecto son.

- Diseñar y construir un robot competitivo.
- Reutilizar el máximo posible los diseños de años anteriores.
- Diseñar una base genérica reutilizable para años posteriores.
- Concretamente en este proyecto, se pretende diseñar e implementar la estructura hardware del microrobot: sistema sensorial, sistema de control y sistema de alimentación.

2. ESTADO DEL ARTE.

En este capítulo se va a realizar un breve resumen sobre los orígenes de la robótica y de cómo ha ido evolucionando a lo largo de la historia y sus campos de aplicación. Así mismo se va a realizar una exposición de la historia del concurso Eurobot, desde sus primeras ediciones hasta la edición 2010, la cual concierne a este documento. Con ello se pretende situar al lector en el ambiente tecnológico al que se refiere este proyecto y así facilitar la comprensión del documento.

2.1. Historia de la robótica.

La robótica es un concepto de dominio público. La mayor parte de la gente tiene una idea de lo que es la robótica, sabe sus aplicaciones y el potencial que tiene; sin embargo, no conocen el origen de la palabra robot y tampoco del origen de las aplicaciones útiles de la robótica como ciencia.

Por siglos, el ser humano ha construido máquinas que imitan partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses; los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales eran utilizados para fascinar a los adoradores de los templos.

El inicio de la robótica actual puede fijarse en la industrial textil el siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas.



Figura 2 - Telar de Jacquard

Luego, la Revolución Industrial impulsó el desarrollo de estos agentes mecánicos. Además de esto, durante los siglos XVII y XVIII en Europa fueron contruidos muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del XVIII, esencialmente se trataba de robots mecánicos diseñados para un propósito específico: la diversión. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos, una serie de levas se utilizaban como “programa” para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar [26].

El desarrollo en la tecnología, donde se incluyen las poderosas computadoras electrónicas, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes, y la tecnología en sensores ha contribuidos a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria [27].

Son varios los factores que intervienen para que se desarrollaran los primeros robots en la década de los 50. La investigación en inteligencia artificial desarrolló maneras de emular el procesamiento de información humana con computadoras electrónicas e inventó una variedad de mecanismos para probar sus teorías.

No obstante las limitaciones de las máquinas robóticas actuales, el concepto popular de un robot es que tiene una apariencia humana y que actúa como tal. Este concepto de humanoide ha sido inspirado y estimulado por varias narraciones de ciencia ficción.

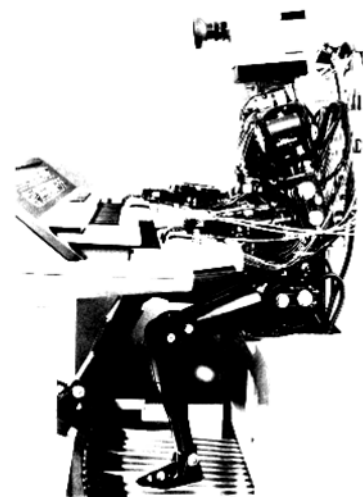


Figura 3 - Prototipo robot humanoide

La palabra robot se utilizó por primera vez en 1920 en una obra llamada “Los Robots Universales de Rossum”, escrita por el dramaturgo checo Karel Capek. Dicha narración se refiere a un brillante científico llamado Rossum y su hijo, quienes desarrollan una sustancia química que utilizan para fabricar robots. Sus planes consisten en que los robots sirvan a la clase humana de forma obediente para realizar todos los trabajos físicos. Rossum sigue realizando mejoras en el diseño, hasta obtener el “ser perfecto”. El argumento experimenta un giro desagradable cuando los robots perfectos comienzan a no cumplir con su papel de servidores y se rebelan contra sus dueños, destruyendo toda la vida humana. La palabra checa “Robota” significa servidumbre o trabajo forzado, y cuando se tradujo al inglés se convirtió en el término robot.



Más adelante, Isaac Asimov comenzó en 1939 a contribuir con varias narraciones referidas a robots y a él se le atribuye el acuñamiento del término robótica. La imagen de robot que aparece en su obra es el de una máquina bien diseñada y con una seguridad garantizada que actúa de acuerdo con tres principios [28]:

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe de obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

A continuación se muestra una tabla con los avances de la robótica desde sus inicios.

Fecha	Desarrollo
1946	El inventor americano George Devol desarrolló un dispositivo controlador capaz de registrar señales eléctricas y reproducirlas para accionar una máquina mecánica.
1951	Raymond Goertz trabajó en el desarrollo con manipuladores de control remoto para manejar materiales radioactivos.
1954	Se desarrolla una máquina prototipo de control numérico en el Instituto Tecnológico de Massachusetts.
1959	Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation. Estaba controlado con interruptores fin de carrera.
1960	Sale al mercado el primer robot comercial. El robot se llamaba Versatran".
1961	Un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender a una máquina de fundición de troquel.
1965	Se inaugura el Robotics Institute en la "Carnegie Melon University".
1966	Tralfa, una firma noruega, construyó e instaló un robot de pintura de pulverización.
1968	Un robot móvil llamado "Shakey" se desarrolló en SRI (Stanford Research Institute), estaba provisto de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.
1972	Shigeo Hirose, un estudiante graduado en Tokio construye para el Instituto de Tecnología un robot con aspecto de serpiente.
1973	Se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con denominación WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974.
1974	Kawasaki, bajo licencia de Unimation, instaló un robot para soldadura por arco para estructuras de motocicletas.



1974	Aparece el primer robot controlado por un mini-ordenador, el robot es el "T3".
1976	El robot de la NASA "Viking II" aterriza en Marte. Disponía de un brazo robótico articulado.
1978	Comienzan a surgir numerosas empresas dedicadas a la fabricación de robots para la industria.
1980	Marca Raipert establece la dinámica del movimiento humano al caminar.
1982	IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, se trata de un robot con estructura de caja constituido por tres dispositivos de deslizamientos ortogonales.
1984	Surge Robots 8. La operación típica de estos sistemas permitía que se desarrollaran programas de robots utilizando gráficos interactivos en una computadora y luego se cargaban al robot.
1986	HONDA E0. La empresa japonesa inicia un nuevo proyecto para crear un robot humanoide.
1988	Se crea el primer robot con fines médicos en Dannbury.
1994	Se desarrolló "Dante II", un robot caminante creado por CMU's Robotics Institute, utilizado para explorar volcanes.
1997	Honda presenta P3 un enorme robot humanoide.
1999	Sony lanza "Aibo" un perro-robot. Comienza la carrera por el marketing tecnológico en Japón.
2001	Fujitsu presenta su nuevo humanoide, HOAP-1.
2003	Se desarrolla el primer robot humanoide capaz de correr, el encargado fue Sony y su nombre "Qrio".
2006	Wabian 2R. El tercer humanoide desarrollado por la universidad japonesa de Waseda.
2006	Nuevo HRP-3. El instituto nacional de investigaciones científicas y tecnológicas (AIST) obtiene el fruto de una gran inversión, creando el HRP-3.
2007	"Hubo". Se adecua al estilo japonés de robot con carácter real. La cara asemeja a Einstein e incluye más de 30 mini-motores para la gesticulación facial.

2.2. La robótica.

La robótica es un área interdisciplinaria formada por la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica y sistemas computacionales. La mecánica comprende tres aspectos: diseño mecánico de la máquina, análisis estático y análisis dinámico. La microelectrónica le permite al robot transmitir la información que se le entrega, coordinando impulsos eléctricos que hacen que el robot realice los movimientos requeridos por la tarea.

Desde los años 60 se ha contemplado un intenso desarrollo de la robótica industrial, de tal forma que los robots, que llegaron a ser considerados el paradigma de



la automatización industrial, se han convertido en nuestros días en un elemento más de dicha automatización [27].

La robótica industrial ha alcanzado un elevado grado de madurez, y la compra e instalación de robots industriales en los entornos productivos ha dejado de ser una aventura para convertirse en una opción razonable en muchos contextos de la automatización.

Al igual que ha pasado con los ordenadores, y las nuevas tecnologías en general, los robots actuales son más robustos, rápidos y fiables. Su capacidad de carga y repetitividad es comparativamente superior, y su programación se ha facilitado considerablemente, y son asequibles para mayor cantidad de empresas.

El mercado de la robótica industrial crece anualmente, al igual que el parque mundial de robots, que supera los 900.000 robots. Japón y Estados Unidos lideran la fabricación y consumo de robots industriales siendo Japón el número uno.

Actualmente, éste dominio técnico sobre la robótica industrial, da paso a investigar en el campo de la robótica de servicio, es decir, el desarrollo de robots que puedan maniobrar en cualquier entorno y nos ofrezcan servicios personalizados a humanos, y no de carácter industrial.

Se puede hacer una división muy genérica de los tipos de robots existentes. Hay muchas cualidades a tener en cuenta para realizar una división. Atendiendo a sus campos de aplicación se pueden dividir en industriales y de servicios:

- **Industriales.**

La definición más aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias Robóticas (RIA) [2], según la cual: un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materia, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

La maquinaria para la automatización rígida dio paso al robot con el desarrollo de controladores rápidos, basados en el microprocesador, así como un empleo de servos en bucle cerrado, que permiten establecer con exactitud la posición real de los elementos del robot y establecer el error con la posición deseada. Esta evolución ha dado origen a una serie de tipos de robots industriales.



– *Manipuladores:*

Son sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control, que permite gobernar el movimiento de sus elementos de manera manual o secuencial.

– *Robots de repetición y aprendizaje:*

Son manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos, previamente ejecutada por un operador humano, haciendo uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar. En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza, se vale de una pistola de programación con diversos pulsadores o teclas, o bien, de joysticks, o bien utiliza un maniquí, o a veces, desplaza directamente la mano del robot. Los robots de aprendizaje son los más conocidos hoy en día, en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan, recibe el nombre de “gestual”.

– *Robots por control por computador:*

Son manipuladores o sistemas mecánicos multifuncionales, controlados por un computador, que habitualmente suele ser un microordenador.

En este tipo de robots, el programador no necesita mover realmente el elemento de la máquina cuando la prepara para realizar un trabajo. El control por computador dispone de un lenguaje específico, compuesto por varias instrucciones adaptadas al robot, con la que puede confeccionar un programa de aplicación utilizando sólo el terminal del computador, no el brazo. A esta programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador.

Las grandes ventajas que ofrecen este tipo de robots hacen que se vayan imponiendo en el mercado rápidamente, lo que exige la preparación urgente de personal cualificado, capaz de desarrollar programas similares a los de tipo informático.

• **De servicios.**

Son todos aquellos robots que sirven a los seres humanos, en alguna actividad ya sea peligrosa o repetitiva, alguna vez son tele operados, es decir, se controlan a distancia o pueden ser autónomos (tienen una capacidad de decisión propia). Se encuentran varias categorías.

– *Móviles:*

Los robots móviles están provistos de patas, ruedas u orugas que los capacitan para desplazarse de acuerdo a su programación. Elaboran la información que reciben a través de sus propios sistemas de sensores y se emplean en determinado tipo de instalaciones industriales, sobre todo para el transporte de mercancías en cadenas de producción y almacenes.

También se utilizan robots de este tipo para la investigación en lugares de difícil acceso o muy distantes, como es el caso de la exploración espacial y de las investigaciones o rescates submarinos. A pesar de todo, existen otros robots como los humanoides que se podrían englobar en este subconjunto.



Figura 4 - Robot móvil

– *Médicos:*

Los robots médicos son fundamentalmente prótesis para disminuidos físicos que se adaptan al cuerpo y están dotados de potentes sistemas de mando. Con ellos se logra iguales con precisión los movimientos y funciones de los órganos o extremidades que suplen.

En los últimos años se han desarrollado robots médicos utilizados para realizar intervenciones quirúrgicas. Un ejemplo es el robot “Da Vinci”, fabricado por Intuitive Surgical, que ha vendido más de 800 unidades. Desde una consola el cirujano maneja los brazos del robot, como si fueran los propios. De este modo se logra realizar cirugías más precisas, sin errores, con poco dolor y consiguiendo una recuperación más rápida del paciente.



Figura 5 - Robot medico Da Vinci

– *Androides:*

Este tipo de robots intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemático del ser humano. Actualmente los androides son todavía dispositivos muy poco evolucionados, sin utilidad práctica, y destinados fundamentalmente al estudio y experimentación.

El objetivo es que presten un servicio a las personas (cuidados médicos primarios, vigilancia, seguridad, realizar tareas peligrosas, tareas sencillas del hogar, etc.). Uno de los aspectos más complejos de estos robots es la locomoción bípeda. En este caso, el principal problema es lograr mantener el equilibrio del robot durante la caminata, regulando sus movimientos en tiempo real, semejante al control de sistema neuronal humano.

No sólo su capacidad de caminar o evitar obstáculos es interesante. Idealmente un robot humanoide, debe ser capaz de actuar de un modo similar al humano, es decir, debe estar dotado de una inteligencia, que le aporte capacidad de aprendizaje. Atendiendo a la percepción de los estímulos de su entorno, un humanoide debe poder interactuar en cualquier ambiente y realizar tareas no pre-programadas con antelación.

2.3. Eurobot.

Eurobot es una competición a nivel internacional de robots destinado a la participación de centros de estudios o asociaciones de jóvenes. Es un punto de encuentro de intercambio de conocimientos tecnológicos y experiencias personales.



Figura 6 - Logotipo Eurobot

Fue creado por la asociación de promoción de la ciencia y la tecnología Planète Sciences [3], la productora televisiva VM Group y la ciudad donde se organizó la primera edición, La Ferté Bernard [4]. Esta ocasión participaron 9 equipos de 5 países diferentes, sin embargo, cada año se aumenta enormemente el número de participantes, llegando a una cifra de más de 400 equipos de 27 países diferentes en 2009.



En cada edición existen unas fases previas de clasificación en cada país participante, en las cuales se escogen como máximo un número de tres participantes que podrán competir en el concurso internacional. Todas las etapas del concurso transcurren con la misma normativa (ver apartado 10.1 Normativa del concurso).

La prueba de clasificación de España es la Copa de España de Robots, la cual se celebra conjuntamente con la competición Alcabot-Hispabot [5].

Como ya ha sido mencionado anteriormente, la temática y el sistema de juego de Eurobot varía cada año, aunque ciertas normas básicas se mantienen a lo largo de las diferentes ediciones. Por ello es necesario que cada año los participantes creen nuevas estrategias de juego y con ello nuevas ideas de diseño del microrobot de tal forma que cumpla con las reglas del juego de la edición.

La competición Eurobot del año 2010, durante el cual se desarrolló el presente proyecto, tuvo lugar del 26 al 30 de Mayo de 2010 en Rapperswil-Jona (Suiza). El lema escogido en esta ocasión por los organizadores del evento fue “Alimenta al mundo”. Cada equipo debía recolectar el mayor número de alimentos posibles en un tiempo limitado e introducirlos en su correspondiente balanza. La puntuación de cada alimento depende de su dificultad de recogida. En el siguiente capítulo de este documento se explicará más ampliamente las bases de esta edición y la estrategia seguida por el grupo de trabajo.

2.3.1. Ediciones anteriores

En este apartado se va a realizar una breve exposición de las ediciones anteriores del concurso con el fin de que el lector pueda comprender la evolución de la competición.

1998. Fútbol

La competición fue similar a un partido de fútbol pero con más de una pelota. Dos robots enfrentados tenían que marcar al rival el máximo número de tantos posibles. Se presentaron nueve equipos de cinco países diferentes.

1999. Ataque al castillo

El escenario se encontraba dividido en dos partes con dos puentes. En cada lado se levantaban dos castillos realizados con cilindros de madera. Cada robot tenía que tirar los cilindros del equipo contrario, bien con bolas de tenis dispuestas en el terreno de juego o bien por contacto directo. Se presentaron nueve equipos de cinco países diferentes. En la figura se puede ver una representación del escenario del citado año.



Figura 7 - Eurobot 1999, Ataque al castillo

2000. Parque de atracciones

En este año, el terreno se presentaba de manera irregular, con diez globos, cinco azules y cinco amarillos. Cada equipo tenía que explotar los globos del equipo contrario en el lado opuesto a su terreno de juego. No se permitía el uso de proyectiles y el tamaño máximo del robot no permitía explotar los globos desde lejos. En la figura se puede ver una representación del escenario del citado año. Se presentaron doce equipos de siete países distintos.



Figura 8 - Eurobot 2000, Parque de atracciones

2001. Odisea en el espacio

La competición constaba de dos robots participantes que tenían que “conquistar planetas” (representados por cilindros). Para conquistar estos “planetas” debían de situar una bandera encima de ellos. En la figura, se puede ver una representación del escenario del citado año. Se presentaron diecinueve equipos de doce países distintos.

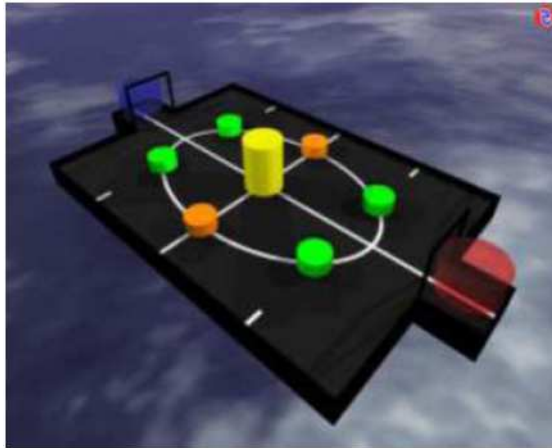


Figura 9 - Eurobot 2001, Odisea en el espacio

2002. Billar aéreo

En un terreno de juego liso, había dispuestas ocho bolas rojas y cuatro negras siguiendo una simetría central. Cada robot tenía que situar las bolas negras en las troneras de su lado y las rojas en el lado opuesto. En la figura se puede ver una representación del escenario del citado año. Se presentaron veintisiete equipos de diecisiete países distintos.

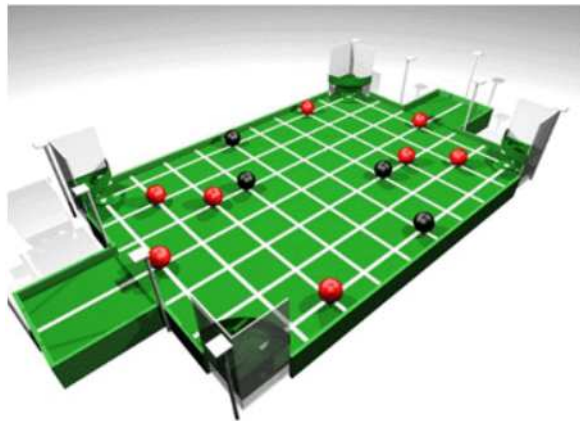


Figura 10 - Eurobot 2002, Billar aéreo

2003. Cara o cruz

En este año en el tablero de juego se situaban fichas de dos colores (rojo y verde) y también fichas de un único color (también rojas y verdes). Cada uno de los dos robots participantes debía intentar mostrar la mayor cantidad de fichas con la cara de su color asignado hacia arriba pasado un minuto y medio. En la figura se puede ver una

representación del escenario del citado año. Se presentaron treinta y dos equipos de diecinueve países distintos.

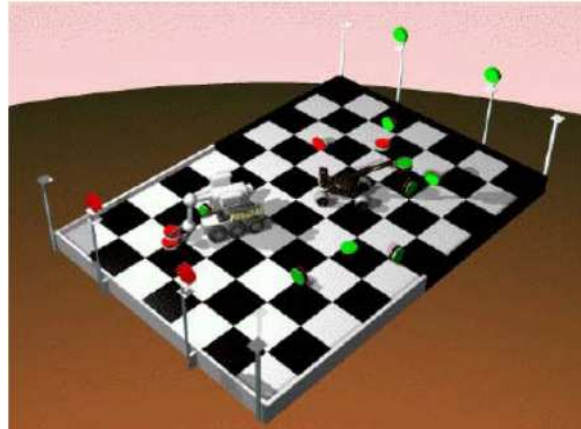


Figura 11 - Eurobot 2003, Cara o cruz

2004. Rugby de cocos

En el 2004, los robots se reunieron en una 'isla tropical'. El reto: jugar a rugby con los cocos de las palmeras. Cocos con forma de balón de rugby, por supuesto. El propósito del juego era recogerlos y llevarlos al área de gol del contrario, o arrojarlos a través de las dos palmeras del oponente. Se presentaron cuarenta y un equipos de veintiún países distintos.

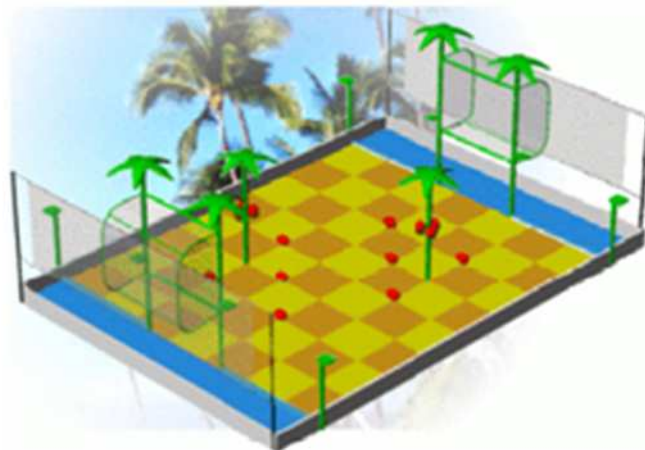


Figura 12 - Eurobot 2004, Rugby de cocos

2005. Juego de bolos

La prueba consistía, como su nombre indica, en un juego de bolos. Al comienzo del juego cada equipo tenía en su campo unos bolos que debía defender a la vez que intentaban tirar los bolos del contrincante. Tras un minuto y medio de juego, ganaba el equipo que había tirado más bolos del contrincante. Para hacer el juego más

interesante, entre los dos campos había un foso atravesado por dos puentes que podían variar su posición de una partida a otra. Cada equipo podía tener hasta dos robots cumpliendo las restricciones de tamaño que se indicaban en las normativas. Participaron cincuenta equipos de más de veinte países.

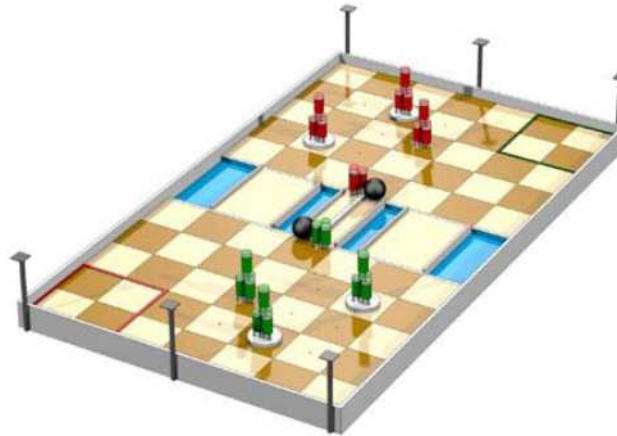


Figura 13 -Eurobot 2005, Juego de bolos

2006. Un divertido golf

En esta ocasión el campo tenía multitud de hoyos donde los robots de cada equipo debían introducir pelotas de golf "blancas". Además, existían pelotas "negras" que podían introducirse en los hoyos del campo contrario, para evitar que el contrincante puntuara. Las pelotas de golf saltaban al terreno de juego al ser cerrado un contacto situado en unos postes sobre el terreno de juego.

El tiempo total para la prueba era de un minuto y medio y cada equipo solo podía utilizar un robot.

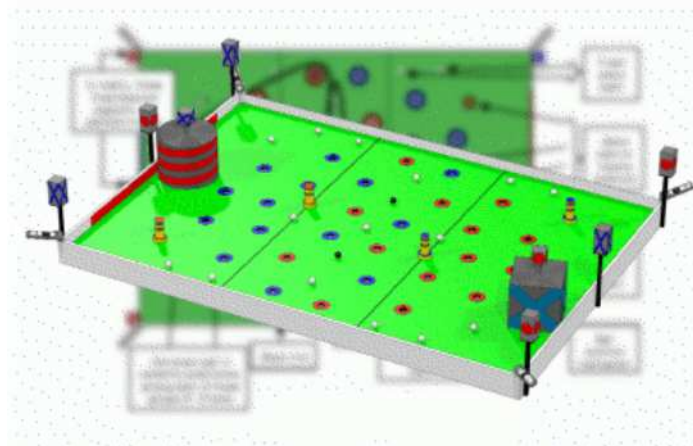


Figura 14 - Eurobot 2006, Un divertido golf

2007. Rally de reciclado

La prueba de 2007 consistía en clasificar una serie de desechos (botellas de plástico, latas de refrescos y pilas) cada uno en su cesta correspondiente para su reciclado posterior. Ganaba el robot que fuera más rápido clasificando los desechos. El tiempo total para la prueba era de un minuto y medio y cada equipo solo podía utilizar un robot.

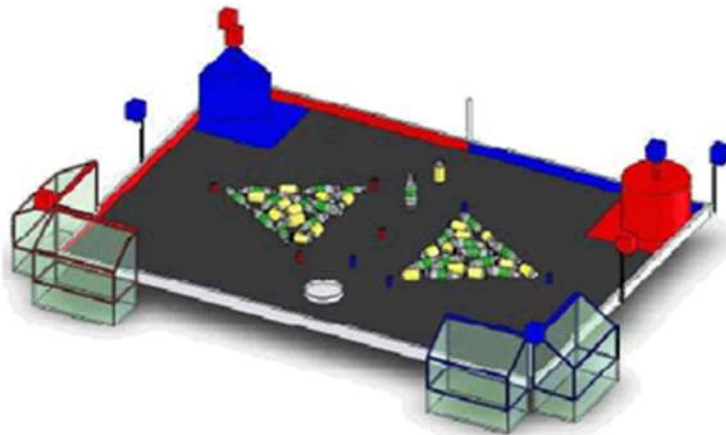


Figura 15 - Eurobot 2007, Rally de reciclado

2008. Misión a Marte

El equipo que consiguiera recolectar la mayor cantidad posible de pruebas de vida en Marte ganaba el juego. Las pruebas eran representadas por pelotas de Hockey de color azul y rojo. Éstas daban más puntuación a su equipo si eran almacenadas con hielo (representado por pelotas de color blanco), ya que se aseguraba una mejor conservación de las mismas. Cada equipo debía depositar las pruebas en los distintos contenedores existentes a lo largo del campo de juego.

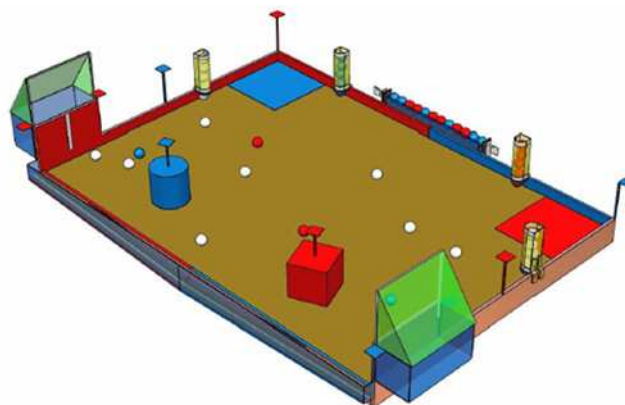


Figura 16 - Eurobot 2008, Misión a Marte

2009. Templos de la Atlántida

La competición de 2009 se basaba en la construcción de templos a partir de piezas cilíndricas y rectangulares del color asignado a cada uno de los dos equipos competidores. El equipo que construyera un mayor número de templos y contara con las columnas más altas sin derribar ni entorpecer las construcciones del equipo contrario, ganaba el partido.

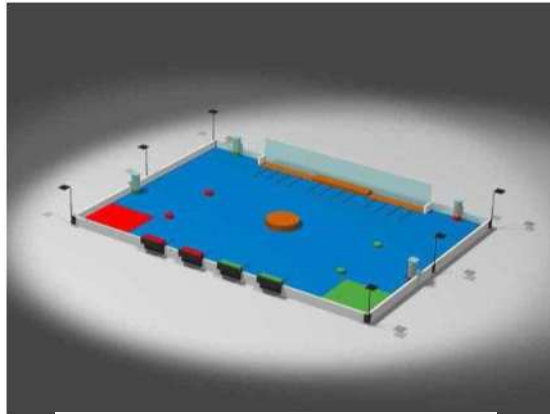


Figura 17 - Eurobot 2009, Templos de la Atlántida

2.4. Estrategia Eurobot 2010.

Como ya se ha citado anteriormente, el concurso en la edición 2010 consistía en recolectar el mayor número de alimentos posibles del campo y depositarlos en la balanza correspondiente a cada robot, de ahí su nombre 'Alimentemos el mundo'. Uno de los factores claves del desarrollo de la estrategia de juego fue la disposición de los alimentos en el campo:

- **12 naranjos.** Situados en 2 grupos de 6, en la parte alta de una cuesta. Cada grupo está ubicado próximo al área de inicio de cada uno de los equipos. Cada naranjo contiene una naranja. Por lo tanto, habrá 12 naranjas en juego, representadas por pelotas de malabares de color naranja.
- **14 tomates.** Representados por pelotas de color rojo. Distribuidos a lo largo del tablero de juego
- **18 mazorcas.** Clavadas verticalmente en el tablero de juego. 9 de ellas de color blanco, y las otras 9 de color negro. Las mazorcas blancas son fácilmente extraíbles de donde hayan sido clavadas, mientras que las mazorcas negras están atornilladas al suelo, imposibilitando su extracción.

En la Figura 18 - Distribución de objetos a lo largo del campo de juego se puede observar una imagen de la disposición de los objetos en el campo.

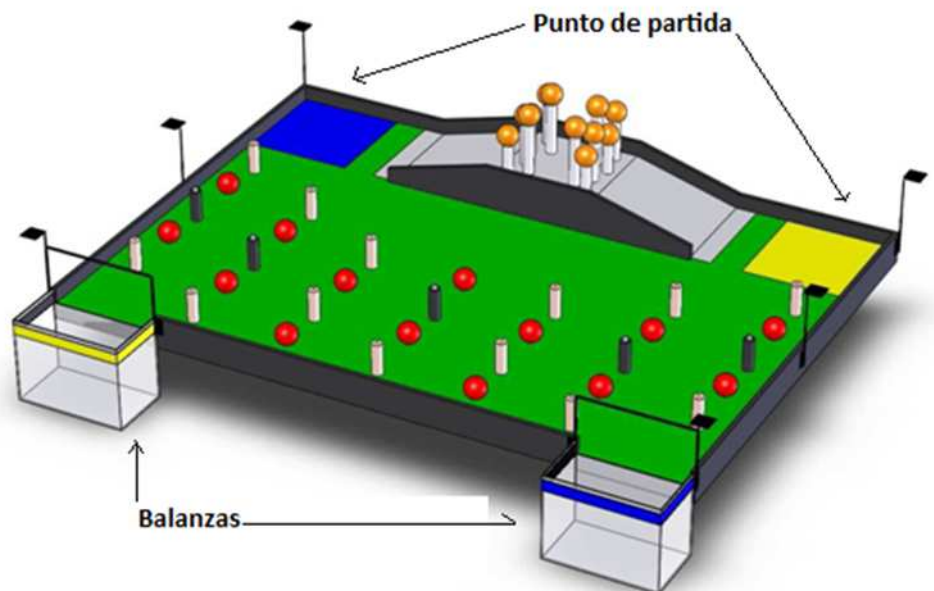


Figura 18 - Distribución de objetos a lo largo del campo de juego

Cuanto mayor es la dificultad para recoger el alimento mayor es la puntuación obtenida. Los tomates tienen una calificación de 150 puntos, las mazorcas (blancas) de 250 puntos y, finalmente, las naranjas tienen una puntuación de 300 puntos.

Uno de los principios que se han seguido en la elaboración del microrobot ha sido la sencillez, la mejor estrategia es la más sencilla de alcanzar. Siguiendo esta filosofía se decidió que la mejor estrategia a seguir era recolectar únicamente tomates.

La disposición de las naranjas en cuesta y las dificultades mecánicas que conllevaban su extracción fueron determinantes para que no se considerara su recolección.

Por otro lado, la imposibilidad de extraer mazorcas de color negro y la aleatoriedad de sus posiciones determinaron que la estrategia se basara en considerar a todas ellas, incluyendo las mazorcas blancas, como obstáculos a evitar. De esta forma se evita el reconocimiento de color de las mazorcas y también el sistema mecánico de recolección de las mismas.

La estrategia principal se basó en los dos sensores infrarrojos situados en los laterales del microrobot (ver apartado 6.1.1. Sensores infrarrojos de este documento).



Figura 19 - Sensor lateral izquierdo

Se realiza una detección de los objetos mediante dichos sensores y se genera una trayectoria curva que hace que el robot atravesase el campo de juego desde la zona de inicio hasta el contenedor correspondiente, situado en el extremo opuesto del tablero, mientras que va recolectando los tomates que se encuentra en su camino (un total de 5). Existen más sensores dispuestos en diferentes partes del microrobot, pero finalmente se decidió desarrollar la estrategia utilizando estos dos sensores laterales.

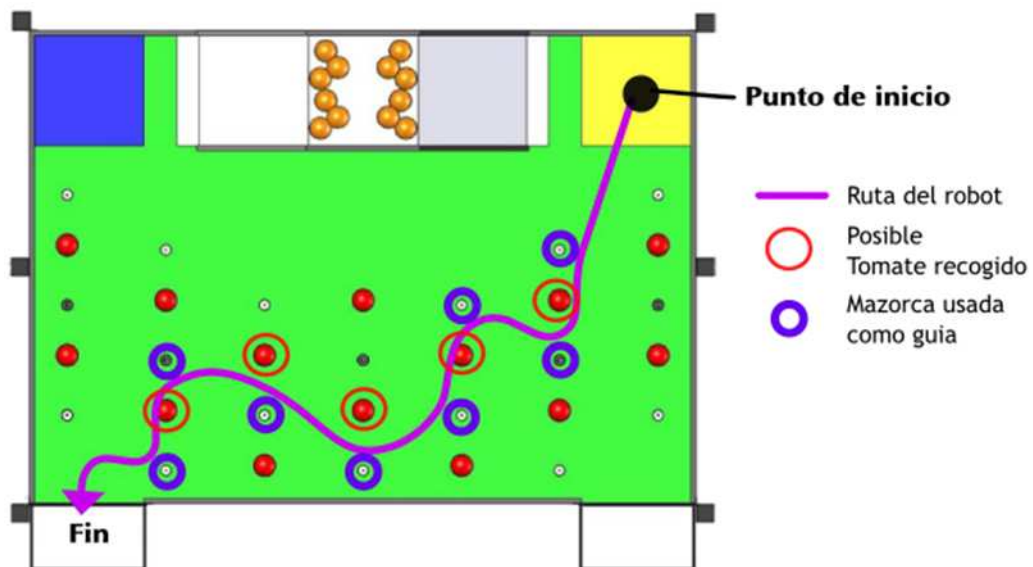


Figura 20 -Trayectoria curva seguida por el microrobot

Los tomates irán quedando almacenados en el interior del microrobot gracias a su forma en 'U' hueca, como se puede observar en la Figura 21 - Almacenaje de elementos en el interior del microrobot



Figura 21 - Almacenaje de elementos en el interior del microrobot

Siguiendo esta estrategia se desarrolló el diseño del microrobot, aunque, en lo que concierne a arquitectura hardware (motivo del presente documento), también se realizó el diseño considerando su posible reutilización en el futuro y por ello se



desarrolló un hardware más extenso que el que se hubiera necesitado para esta estrategia.

3. ARQUITECTURA HARDWARE.

En este capítulo se va a explicar la arquitectura hardware del microrobot “Flux Capacitor”. Para ello se va a realizar una comparativa con la del microrobot de la edición 2008, el cual ha servido de referencia para las dos siguientes ediciones. De esta forma se podrá ver las similitudes de los microrobots y también se entenderá mejor cuales son las mejoras introducidas en la edición 2010 para obtener un microrobot más competitivo.

3.1. Arquitectura hardware 2008.

La arquitectura hardware utilizado en la edición 2008 fue la siguiente:

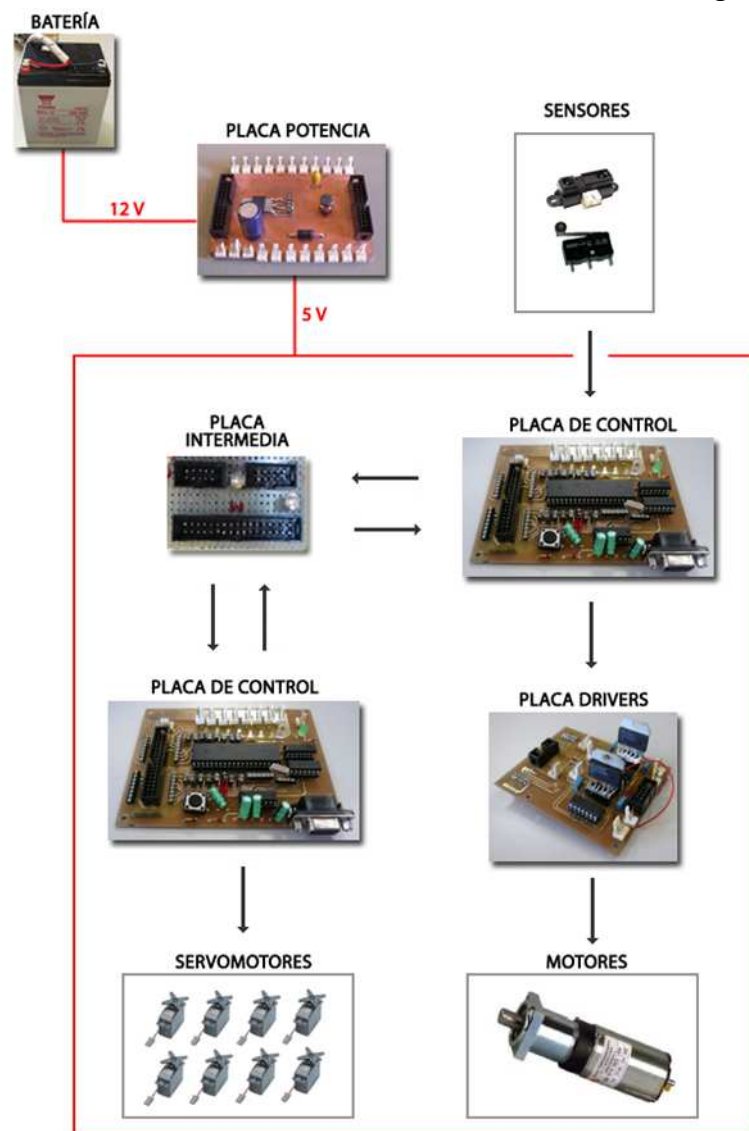


Figura 22 - Arquitectura Hardware 2009



Como se puede ver en la

Figura 22 - Arquitectura Hardware 2009 el hardware está compuesto por cuatro placas con diferentes funciones:

- Placa de potencia: encargada de transformar la tensión de 12 voltios de la batería en 5 voltios para alimentar al resto de placas y dispositivos.
- Placa intermedia: encargada de distribuir la alimentación al resto de las placas. También tiene como función distribuir la información entre la placa de control y los dispositivos en ambos sentidos.
- Placas de control: encargadas de realizar el control del robot basándose en la información recogida por los sensores y en los procesos lógicos programados en el microcontrolador. El microcontrolador utilizado es DS89C450 (8052). Una placa se encarga del control de los servomotores y la otra del control de los motores.
- Placa de drivers: placa diseñada para proveer de energía y a la vez controlar los motores. En ella se aúnan el sistema de alimentación y el sistema de control. Mediante el uso de unos drivers se permite o bloquea el paso de corrientes a los motores en función de las órdenes recibidas por la electrónica de control y de esta manera regular el movimiento del robot.

3.2. Evolución de la arquitectura hardware.

Una vez analizado la arquitectura hardware de ediciones pasadas y después de conocer la experiencia de nuestros compañeros analizamos cuales eran los posibles puntos de mejora. A continuación se explicarán cuáles fueron los cambios más significativos sobre la arquitectura hardware realizados y se justificará por qué se adoptaron.

Adquisición de una placa de control que posibilite la programación multihilos

Se realizó la compra de un ordenador integrado en un circuito placa para ampliar los horizontes computacionales, la cual se denomina en este documento “placa Linux”. Las ventajas más destacables de esta nueva placa son:

- Sistema Operativo Linux.
- Programación multihilo.
- Amplia memoria tanto volátil (RAM) como permanente (disco duro).



- Multitud de puertos de comunicaciones (Ethernet, puerto serie, puerto USB).
- Multitud de entradas analógicas/digitales.

En resumen, facilita notablemente la programación del microcontrolador además de aportar recursos hardware. El inconveniente más destacable es el costo de la adquisición.

Fusión de dos placas de control en una única

Se fusionaron las dos placas de control existentes en la arquitectura inicial en una única placa que controlara tanto los servomotores como los motores de corriente continua. Esta nueva placa es denominada “**placa de servo-motores**”. Uno de los inconvenientes de este cambio fue la creación de un único código para controlar tanto servomotores como motores. Pero cabe destacar que se produce un ahorro de energía y de espacio al eliminar la existencia de una placa.

Eliminación de la placa intermedia y rediseño de la placa de potencia

Se incorporan las funciones de la placa intermedia a la placa de potencia, que se encargará de transformar la tensión de la batería además de distribuir adecuadamente a cada dispositivo o placa. También servirá de conexión de control y datos entre la placa de servo-motores y la placa de drivers. Con esta nueva placa de potencia se consigue un ahorro de espacio además de una simplificación en las conexiones. Como inconveniente sólo cabe destacar las horas que se deben de utilizar para el diseño de esta nueva placa.

Diseño de una única placa sensorial

Se trata de centralizar en una única placa todas las conexiones relativas al sistema sensorial del robot. En ella se incluyen tanto las conexiones directas de los sensores de contacto, como los circuitos de acondicionamiento de la señal necesarios para la correcta utilización de los sensores infrarrojos. Con ello se pretende minimizar el número de conexiones y permitir una distribución del sistema lo más simplificada posible. De esta forma se eliminaron tantas placas como sensores se necesitarán y se simplificaron las conexiones a las placas de control.

Diseño de una estructura porta-placas

Con el fin de facilitar el manejo y conexionado de las placas se diseñó una estructura en la que fijar todas ellas y que fuera de fácil extracción por si fuera

necesaria la manipulación de las mismas. Con el fin de poder ser reutilizada se dejó dos espacios para poder introducir nuevas placas. El inconveniente de este porta-placas es que puede que sus dimensiones no sean adecuadas para futuras aplicaciones.

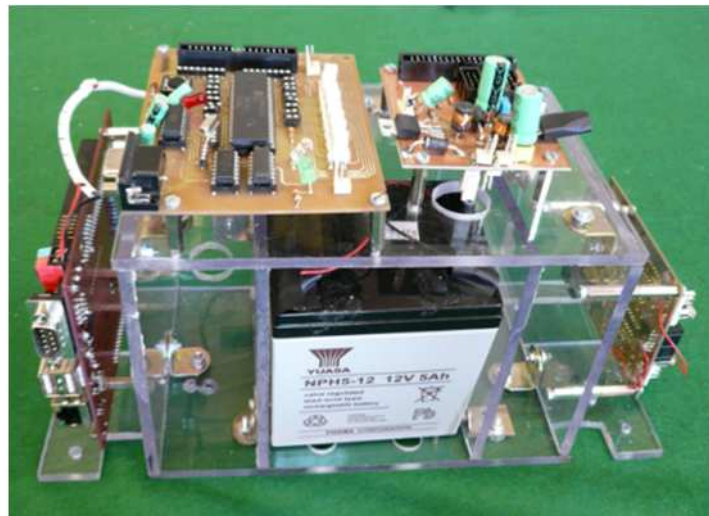
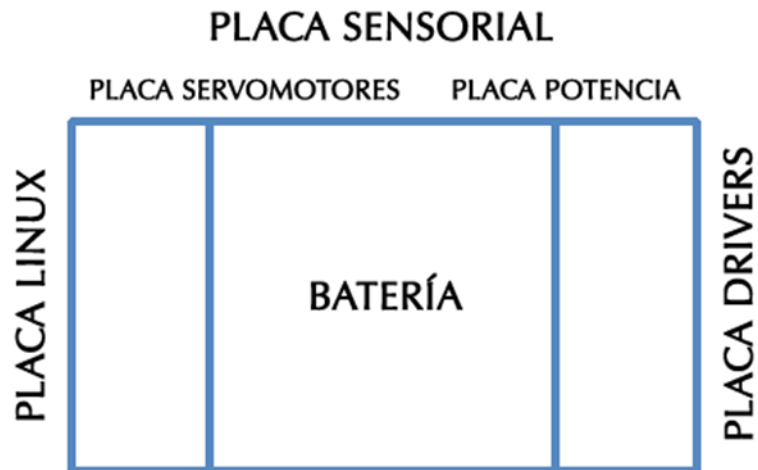


Figura 23 - Porta-placas

3.3. Arquitectura hardware final.

En la Figura 24 - Arquitectura hardware final se puede observar el resultado final de los cambios realizados que se han mencionado en el apartado anterior. Las trazas azules indican conexión de datos y las rojas de alimentación.

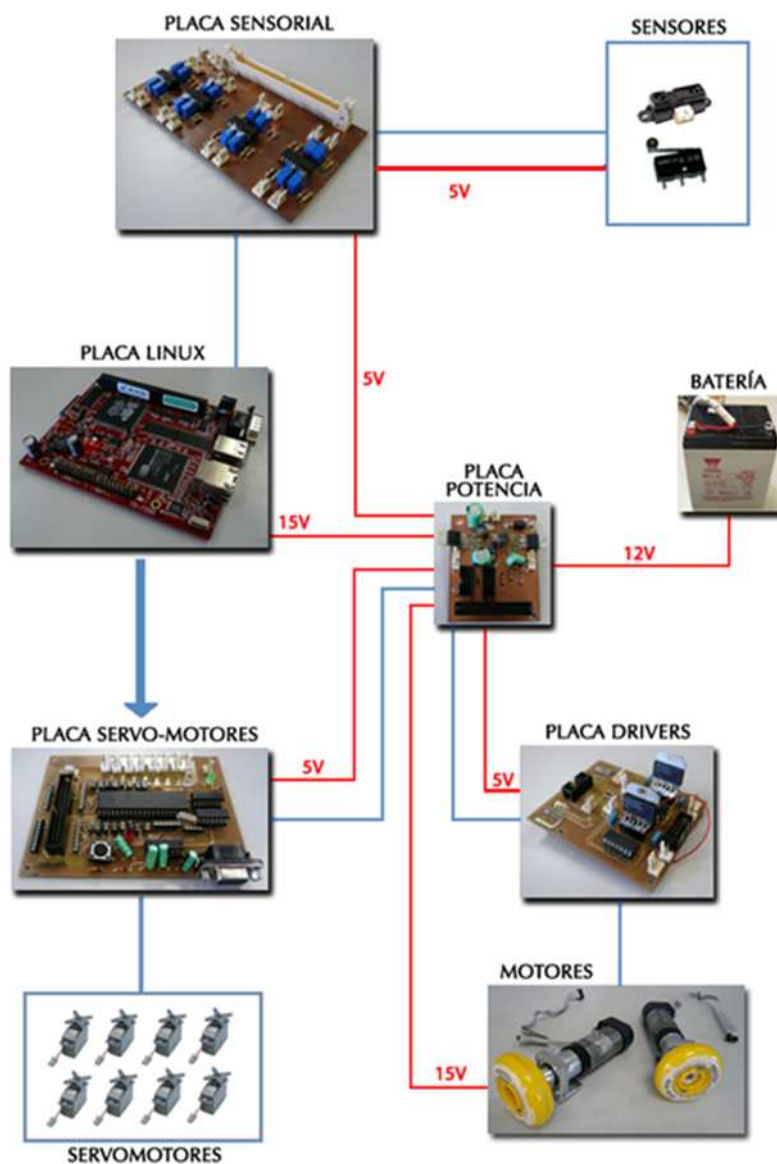


Figura 24 - Arquitectura hardware final

En los siguientes capítulos se realizará un análisis de cada uno de los sistemas que componen esta arquitectura hardware.

4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

En el presente apartado se va a estudiar el sistema de alimentación que aporta autonomía al microrobot. Está compuesto por una fuente de alimentación y una placa de potencia que suministra al resto de sistemas la tensión adecuada. En la Figura 25 - Sistema de alimentación se puede observar un esquema del sistema de alimentación:

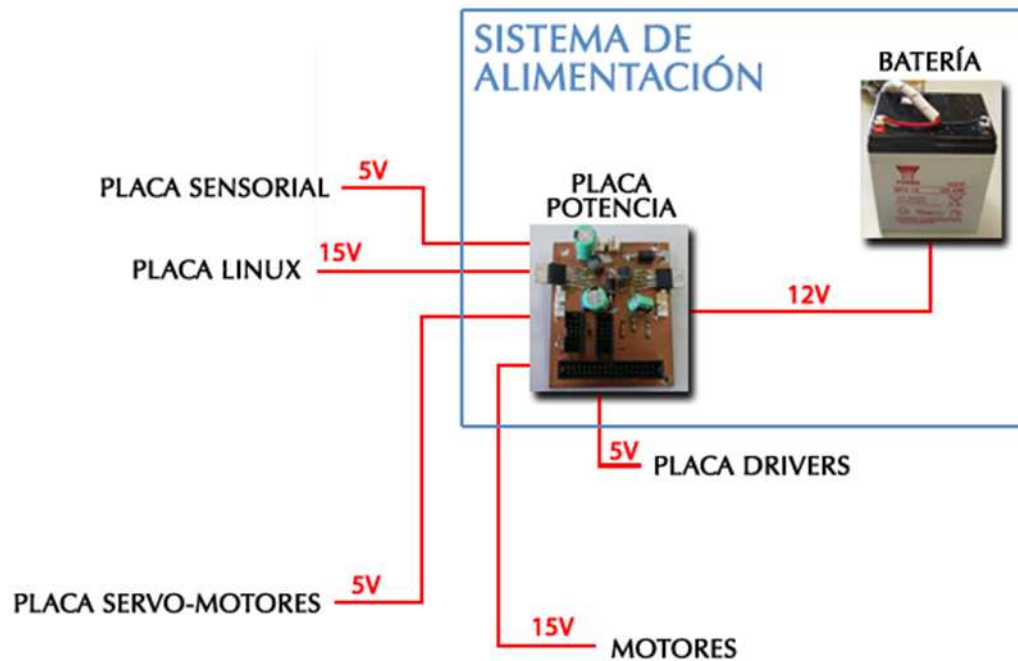


Figura 25 - Sistema de alimentación

Para diseñar el sistema de alimentación se tuvo que tener en cuenta dos criterios:

- Las restricciones que impone la normativa del concurso referente a la alimentación del robot.
- Las necesidades energéticas del robot.

Las restricciones más significativas que impone el concurso a la hora de escoger una fuente de alimentación son las siguientes:

- Queda prohibido el uso de motores de explosión, motores de cohetes, pilas de hidrógeno, o de cualquier otro tipo inflamable o pirotécnico, seres vivos y fuentes de energía radioactiva de cualquier tipo.
- Cada robot tendrá que ser capaz de jugar dos partidos sucesivos sin necesidad de cambiar o recargar su fuente de alimentación.
- Se tendrán que cumplir los estándares legales de “bajo voltaje”, por lo cual su voltaje nunca podrá exceder de 48 voltios.

Respecto a las necesidades energéticas del robot hay que tener en cuenta que hay que suministrar la energía necesaria para el conjunto de sistemas de control, sensorial y sistema locomotriz.

Para ello es necesario estudiar cuales son las necesidades de cada uno de estos sistemas. Tras un análisis se llegó a la conclusión de que los elementos que más consumo energético requería eran los motores, y que por ello eran el factor más crítico en la elección de la fuente de energía y del diseño de la placa de potencia.

Los motores utilizados son el modelo M5 615 30 Q de Bernio [6], con un rango de tensión de funcionamiento de 12-24 Vdc, una corriente de arranque de 5A y una corriente nominal de 1.5 A (ver 11.2. Hojas de características). Por lo tanto, nuestro sistema de alimentación debe poder suministra una tensión mínima de 12 V y una corriente de 5 A.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente, se diseñó los componentes del sistema de alimentación que se van a especificar a continuación.

4.1. Batería

Una de las fuentes de alimentación más utilizadas en sistemas autónomos, como un robot, son las baterías recargables. Son dispositivos que usan reacciones electroquímicas que son eléctricamente reversibles, es decir cuando la reacción transcurre en un sentido, se agotan los materiales de la pila mientras se genera una corriente eléctrica. Para que la reacción transcurra en sentido inverso, es necesaria una corriente eléctrica para regenerar los materiales consumidos.



Figura 26 - Batería Yuasa NPH5-12

Atendiendo a los criterios citados anteriormente y la experiencia de nuestros compañeros se decidió utilizar una batería Yuasa modelo NPH5-12 5Ah de 12 V y 5 Ah de plomo-ácido [7]. Estas baterías se caracterizan por su bajo coste económico, un ciclo de auto-descarga largo (de hasta un año), un tiempo de carga

lento (aproximadamente ocho horas) y un tiempo de vida que oscila entre 200 y 300 ciclos de carga/descarga. Las características de este modelo son las siguientes:

Característica	Magnitud
Tensión nominal	12V
Capacidad	5Ah
Temperatura de funcionamiento	5 - 35°C
Dimensiones	90 x70 x 102 mm
Capacidad nominal	5 Ah
Peso	2 Kg

Tabla 1 - Parámetros batería Yuasa

Otro parámetro importante de la batería a tener en cuenta en el diseño del robot es su peso. Como se puede ver en la Tabla 1 el peso de la batería es de 2 Kg, que comparado con el resto de componentes del robot es un peso bastante elevado. Por lo tanto, su posición dentro del robot puede ocasionar un mal funcionamiento del mismo.

Por ello, es importante situar la batería en el centro geométrico de la base del robot, sobre los motores y lo más bajo posible. De este modo se intentaba bajar el centro de gravedad y mantener el comportamiento simétrico del robot en ambos sentidos de giro, además al poner peso sobre el eje de los motores se mejoraría sustancialmente la tracción de las ruedas. Además, la batería debe estar accesible para facilitar su desconexión cuando deba cargarse.



Figura 27 - Posición de la batería

Como se puede ver Tabla 1 de la página anterior la tensión nominal de la batería es de 12 V. A medida que es utilizada esta tensión va disminuyendo, señal de que la batería debe ser cargada. Esto puede generar un mal funcionamiento del robot ya que como se ha visto anteriormente la tensión mínima de funcionamiento de los motores es de 12 V. Por ello se ha diseñado una placa de potencia que garantiza una salida de 15 V si existe una entrada de tensión mayor a 5 V. En el siguiente apartado se analizará más exhaustivamente esta placa. Pasado este límite de 5 V es necesario cargar la batería con otra fuente de energía. El proceso de carga es el siguiente:

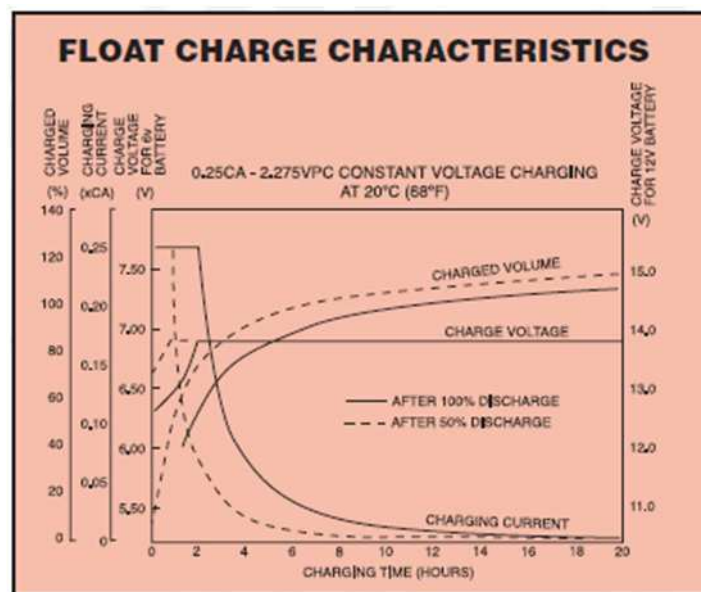


Figura 28 - Proceso de carga de la batería

Una vez que la batería no demande más corriente se considerará que ha sido totalmente cargada.

Como anteriormente se ha mencionado, según la normativa del concurso la fuente de energía debe suministrar la energía necesaria para dos partidos consecutivos sin necesidad de ser cambiada o recargada. Por lo tanto, se debe asegurar que la batería vaya a suministrar la energía necesaria durante 3 minutos, ya que cada partido tiene una duración de 90 segundos (véase **apartado normativa**). Según la Figura 29 y las necesidades energéticas que se ha considerado de nuestro sistema (tensión mínima admisible de la batería 5 V y 1.5 A de corriente nominal) se puede observar que la batería escogida es adecuada para suministrar la energía necesaria entre 20 y 40 minutos, tiempo de sobra para disputar dos partidos y muchos más.

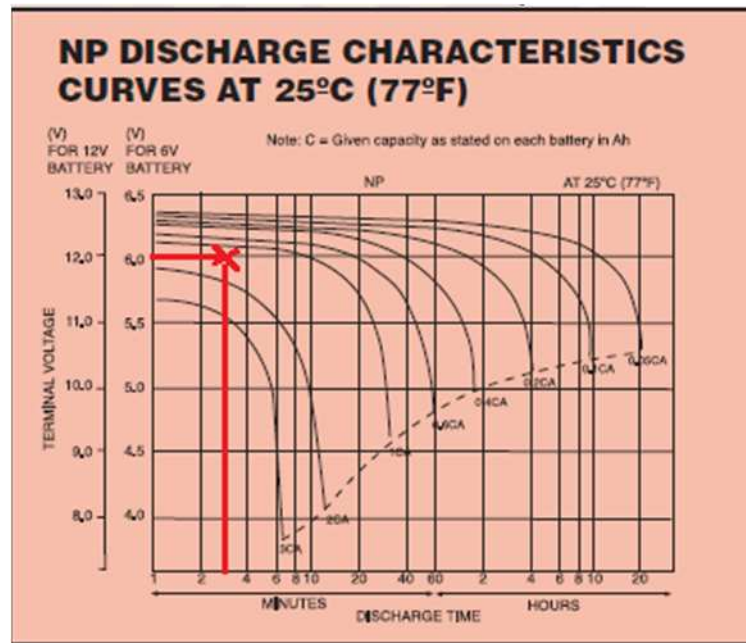


Figura 29 –Proceso de descarga de la batería

No obstante, debido a que no se puede saber con antelación el número de partidos que va a ser necesario disputar, es necesario adquirir dos baterías, ya que el tiempo entre partido y partido no es suficiente para cargar la batería, de ahí que sea imprescindible tener una de repuesto para que puedan ser intercambiadas.

4.2. Placa de potencia

A placa de potencia diseñada tiene dos funciones básicas, suministrar y regular el voltaje adecuado al resto de placas y enlazar la placa de control de servo-motores con la placa de drivers. A continuación se explicará en detalle cada una de las funciones.

4.2.1. Regulador de voltaje

Como se ha comentado anteriormente la placa de potencia se encarga de regular la tensión suministrada por la batería, a los diferentes niveles de tensión que requieren el resto de sistemas del robot para su adecuada alimentación. Estos niveles de tensión son los siguientes:



- **Nivel de tensión de 15 voltios:**

Los motores utilizados (modelo M5 615 30 Q de Bernio) tienen un voltaje de funcionamiento de 12-24 V. Ya que el voltaje mínimo de funcionamiento es 12 V se podría utilizar directamente la tensión de salida de la batería. Pero acarrearía problemas, debido que, como se ha comentado anteriormente, a medida que la batería se va descargando el voltaje va disminuyendo. Una solución sería diseñar un regulador de 12 V que asegure el suministro de esta tensión. Pero, ya que era necesario diseñar un regulador se tomó la decisión de diseñar un regulador de mayor voltaje, que proporcionará un voltaje de 15 V. De esta forma los motores tendrían más potencia y se aseguraría su buen funcionamiento. Además, esta tensión también será utilizada para alimentar la placa Linux, que puede ser alimentada de 5 V a 28 V (ver 7.SISTEMA DE CONTROL).

Para el diseño de este regulador elevador se utilizó la familia de reguladores LM1577/LM2577 [8]. Estos dispositivos son circuitos integrados monolíticos capaces de proporcionar todas las funciones activas de un elevador de tensión. Dentro de dicha familia, existen reguladores que producen una tensión fija de salida de 12V o 15V y una versión de salida ajustable.

En este caso, debido a las características requeridas, se escogió el regulador LM2577T-15V que proporciona una salida de 15 voltios con una tensión de entrada entre 5 – 12 V. Sus principales características se recogen en la siguiente tabla:

Electrical Characteristics—LM1577-15, LM2577-15						
Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those in bold type face apply over full Operating Temperature Range . Unless otherwise specified, $V_{IN} = 5\text{V}$, and $I_{SWITCH} = 0$.						
Symbol	Parameter	Conditions	Typical	LM1577-15 Limit (Notes 3, 4)	LM2577-15 Limit (Note 5)	Units (Limits)
SYSTEM PARAMETERS Circuit of Figure 2 (Note 6)						
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 5\text{V}$ to 12V $I_{LOAD} = 100\text{ mA}$ to 600 mA (Note 3)	15.0	14.50/ 14.25 15.50/ 15.75	14.50/ 14.25 15.50/ 15.75	V V(min) V(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$	Line Regulation	$V_{IN} = 3.5\text{V}$ to 12V $I_{LOAD} = 300\text{ mA}$	20	50/ 100	50/ 100	mV mV(max)
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta I_{LOAD}}$	Load Regulation	$V_{IN} = 5\text{V}$ $I_{LOAD} = 100\text{ mA}$ to 600 mA	20	50/ 100	50/ 100	mV mV(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 5\text{V}$, $I_{LOAD} = 600\text{ mA}$	80			%
DEVICE PARAMETERS						
I_S	Input Supply Current	$V_{FEEDBACK} = 18.0\text{V}$ (Switch Off)	7.5	10.0/ 14.0	10.0/ 14.0	mA mA(max)
		$I_{SWITCH} = 2.0\text{A}$	25	50/ 85	50/ 85	mA mA(max)
		$V_{COMP} = 2.0\text{V}$ (Max Duty Cycle)				
V_{UV}	Input Supply	$I_{SWITCH} = 100\text{ mA}$	2.90			V

Tabla 2- Características regulador LM2577T-15V

El circuito de acondicionamiento del regulador utilizado es el especificado por el fabricante y el que se muestra en

Typical Application

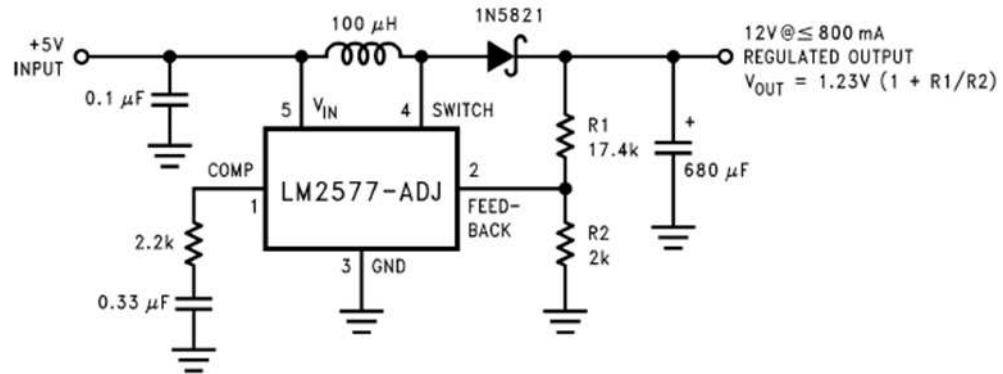


Figura 30 - Circuito de acondicionamiento del regulador LM2577-15V

- Nivel de tensión de 5 voltios:

Para el resto de placas (servo-motores, drivers y sensorial) la tensión requerida es de 5 V. En este caso se ha utilizado uno regulador de la familia LM2596 [9]. En este caso la función del regulador es la de reductor, al contrario que en el caso anterior. Este dispositivo está disponible con voltajes fijos de salida de 3.3V, 5V y 12V así como en una versión de salida ajustable. Para esta aplicación se ha utilizado LM2596T-5.0 capaz de ajustar una salida fija de 5V y cuyas principales características se muestran a continuación:

LM2596-5.0 ([Note 1]. Test Circuit Figure 2)

Output Voltage ($V_{in} = 12\text{ V}$, $I_{Load} = 0.5\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$)	V_{out}	4.9	5.0	5.1	V
Output Voltage ($8.0\text{ V} \leq V_{in} \leq 40\text{ V}$, $0.5\text{ A} \leq I_{Load} \leq 3.0\text{ A}$)	V_{out}	4.8	5.0	5.2	V
$T_J = 25^\circ\text{C}$		4.75	—	5.25	
$T_J = -40\text{ to }+125^\circ\text{C}$					
Efficiency ($V_{in} = 12\text{ V}$, $I_{Load} = 3.0\text{ A}$)	η	—	80	—	%

Tabla 3 - Características regulador LM2596-5.0

Como se puede observar en la Tabla 3 - Características regulador LM2596-5.0 el voltaje de entrada puede variar entre 8 – 40 V, por lo tanto es adecuado para el voltaje de entrada de 12 V del sistema. Sin embargo, habrá que tener en cuenta que a partir de los 8 voltios este regulador no funcionará correctamente, y por lo tanto la batería debería ser cambiada. Aunque si se observa la Figura 29 esta tensión no es alcanzada hasta aproximadamente los 20 minutos de uso, tiempo suficiente para realizar 9 partidos en la competición.

Al igual que en el caso anterior, se ha utilizado el circuito de acondicionamiento proporcionado por el fabricante, que es el siguiente:

Typical Application (Fixed Output Voltage Versions)

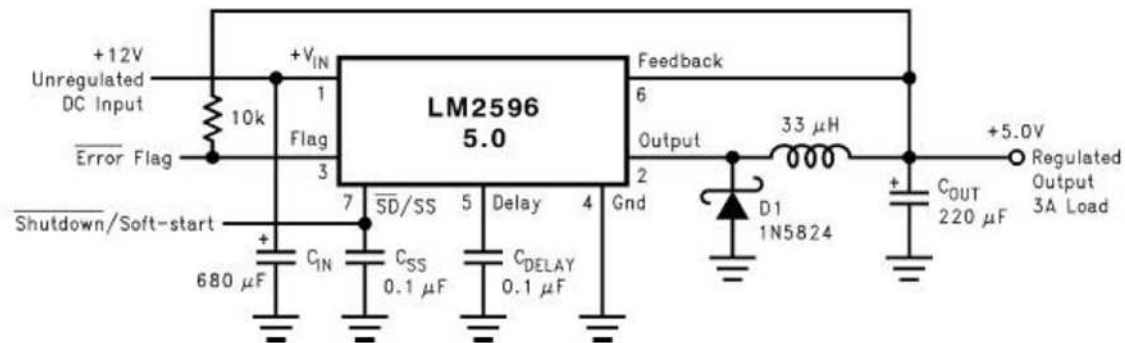


Figura 31- Circuito de acondicionamiento del regulador LM2596-5.0

En la siguiente Figura se puede observar una imagen de la placa y la disposición de los componentes de los dos reguladores:

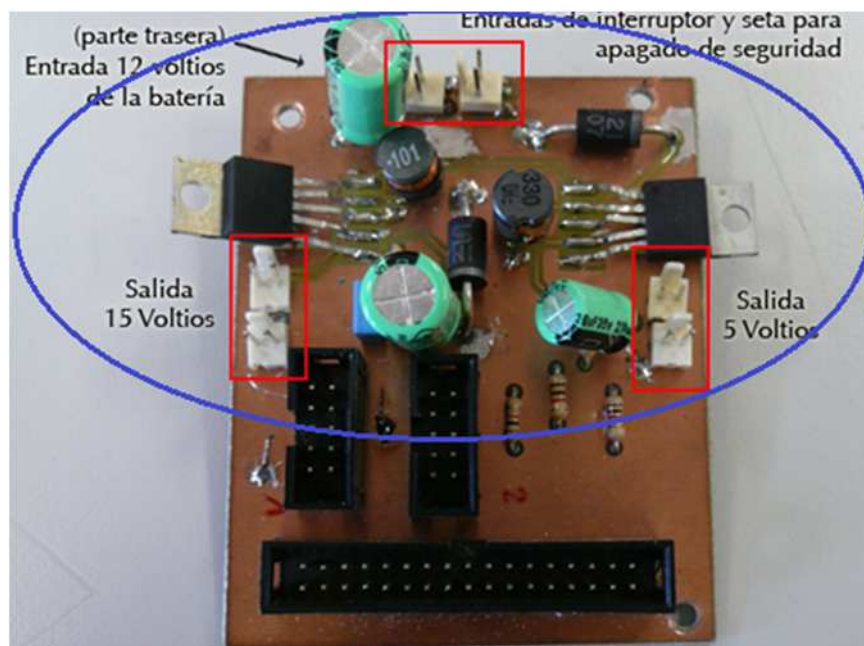


Figura 32 - Reguladores de tensión

Se han utilizado conectores Molex para la salida de las tensiones. Además se ha introducido en esta placa los conectores del interruptor del robot de la seta para el apagado de seguridad que la normativa del concurso obliga (véase 11.2. Hojas de características).

4.2.2. Enlace placa de control servo-motores y placa driver

Además de servir como regulador de tensión, la placa de potencia integra las funciones de la antigua placa intermedia de ediciones pasadas, que consisten en realizar las conexiones necesarias entre la placa de control servo-motores y la placa de drivers.

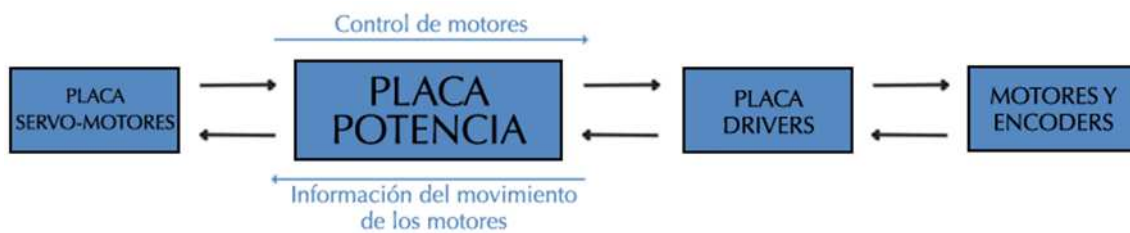
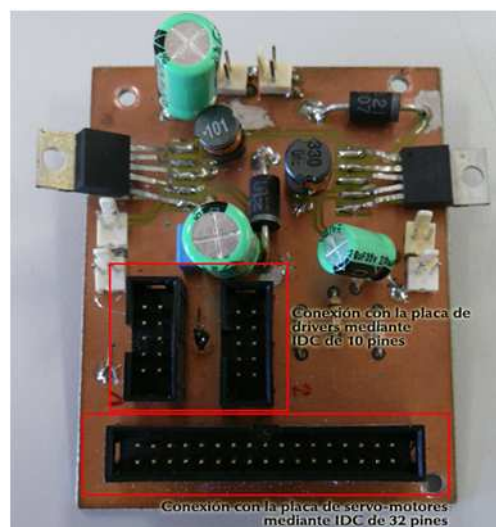


Figura 33 - Flujo de información en la placa de potencia

La placa de servo-motores transfiere a la placa de drivers la información necesaria para el control de los motores: potencia, número de pasos, sentido giro, etc. Mientras que la placa de drivers transmite la información que recibe de los encoders sobre el desplazamiento de los motores (véase 6.1.3. Encoders). También, a través de estas conexiones ambas placas reciben la alimentación adecuada para su funcionamiento (5V) y la alimentación de los motores (15V).

Como ya se ha mencionado en el apartado 4.2. Evolución de la arquitectura hardware, con este diseño se pretende simplificar el conexionado y centralizar los cables del robot, además de disminuir el número de placas.





En el diseño de la placa se utilizaron dos capas.

- TOP: como plano de masa. También se tuvo que realizar el enrutamiento de algunas pistas, ya que ambos reguladores de tensión son de montaje superficial.
- BOTTOM : enrutamiento de pistas.

5. SISTEMA SENSORIAL

La clave de la adaptación del robot a un entorno cambiante está en la utilización de sensores en su misma estructura que a su vez son los que conforman su sistema sensorial [10]. Los sensores captan la información del exterior y la transmiten al sistema de control, que es el encargado de generar una respuesta adecuada según los datos obtenidos.

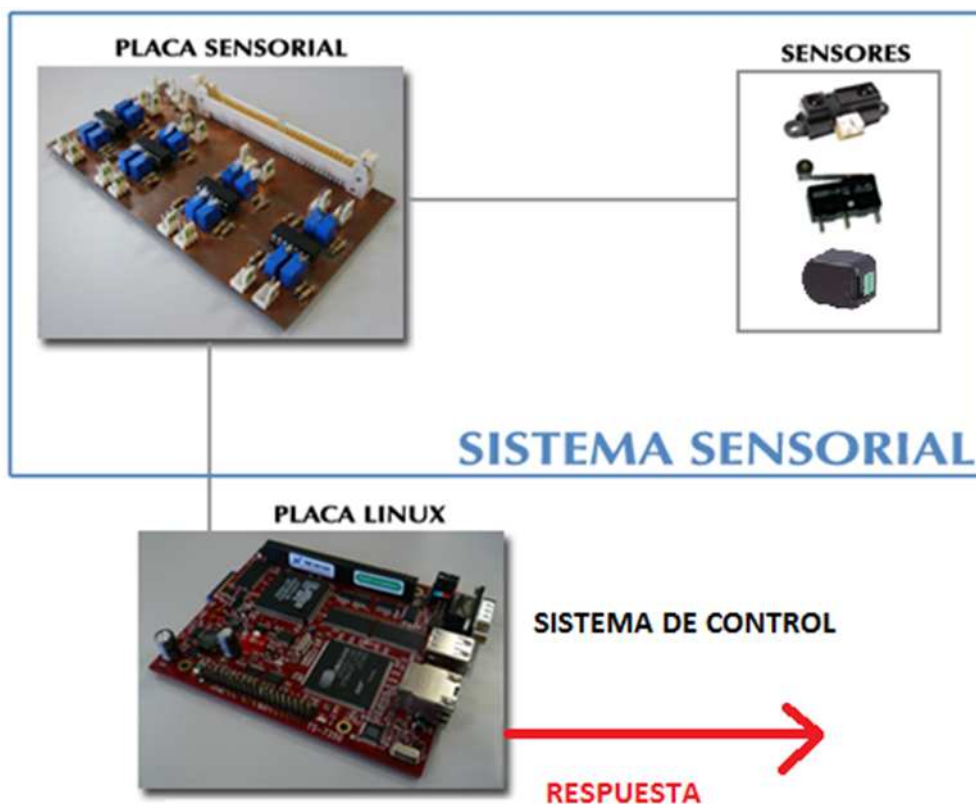


Figura 35 - Sistema sensorial

En este capítulo se va a realizar una descripción de los sensores utilizados en el robot y de su circuito de acondicionamiento para que la señal que generan pueda ser procesada por el sistema de control. Así mismo, se realizará una explicación del diseño utilizado en la placa sensorial.

5.1. Sensores

Se han utilizado tres tipos de sensores en este proyecto:

- Sensor infrarrojo: para la detección de adversarios y obstáculos y para saber la posición del microrobot en el campo. Se han utilizado 8 del modelo GP2D12-GP2D120.
- Sensor de contacto o fin de carrera: utilizados ante posibles impactos. Son unos sensores muy sencillos de utilizar ya que generan directamente una señal digital y por lo tanto no necesitan circuito de acondicionamiento de la señal.
- Encoders: sensores ópticos situados en el eje de los motores, que informan de la distancia recorrida y de la velocidad de giro de la rueda.

Los sensores están colocados en el robot según su función. A continuación se va a realizar una explicación más extensa de su funcionamiento y de su ubicación en la estructura del robot.

5.1.1. Sensores infrarrojos

Los sensores infrarrojos Sharp GP2DXX [11] son una familia de sensores infrarrojos para la detección y medida de distancia a los objetos. En la página Web de Sharp encontramos los modelos que se muestran en la Tabla 4 refiriéndonos a ésta familia.

Los sensores GP2DXX de Sharp son dispositivos de reflexión por infrarrojos con medidor de distancia proporcional al ángulo de recepción del haz de luz que incide en un sensor lineal integrado, dependiendo del modelo utilizado, la salida puede ser analógica digital o booleana.



Figura 36- Sensores infrarrojos GP2DXX



Modelo	Características	Rangos absolutos Maximos		Característica Electro-Opticas				
		VCC (V)	Topr (°C)	Rango de distancia de medida	V _{OH} (V) MIN VCC	V _{OL} (V) MAX	Operativo (mA) MAX	Standby (μA) MAX
GP2D02	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesamiento de señal, 8 bits.	-0.3 a +10	-10 a +60	100 a 800	V _{CC} -0.3	0.3	17	8
GP2D021	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesamiento de señal, 8 bits.	-0.3 a +10	-10 a +60	40 a 300	V _{CC} -0.3	0.3	35	8
GP2D05	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesamiento de señal, 1 bits.	-0.3 a +10	-10 a +60	100 a 800	V _{CC} -0.3	0.3	22	8
GP2D12	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesamiento de señal, valor analógico entre 0-3V dependiendo de la distancia	-0.3 a 7	-10 a +60	100 a 800	V _O (TYP) = 0.4V a 80 cm		MAX.50	
GP2D120	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesamiento de señal, valor analógico entre 0-3V dependiendo de la distancia	-0.3 a 7	-10 a +60	40 a 300	V _O (TYP) = 0.4V a 30 cm		MAX.50	

Tabla 4 - Familia GP2DXX de Sharp

El funcionamiento general de esta familia es el siguiente: el dispositivo emite luz infrarroja por medio de un LED emisor de infrarrojos, esta luz pasa a través de una lente que concentra los rayos de luz formando un único rayo lo más concentrado posible para mejorar la dirección del sensor, la luz va recta hacia delante y cuando encuentra un obstáculo reflectante rebota y retorna con cierto ángulo de inclinación dependiendo de la distancia. La luz que retorna es concentrada por otra lente y así todos los rayos de luz inciden en un único punto del sensor de luz infrarroja que contiene en la parte receptora del dispositivo. Estos sensores constan de un CCD lineal que, dependiendo del ángulo de recepción de la luz, incidirá en un punto u otro del sensor pudiendo de esta manera obtener un valor lineal y proporcional al ángulo de recepción del haz de luz y por lo tanto de la distancia del objeto detectado. Una de las mayores ventajas de este tipo de sensores es que el color del objeto detectado no afecta en la medida de la distancia, ya que esta medida no está basada en la cantidad de luz que refleja el objeto sino en el ángulo de reflexión que incide en la lente del sensor.

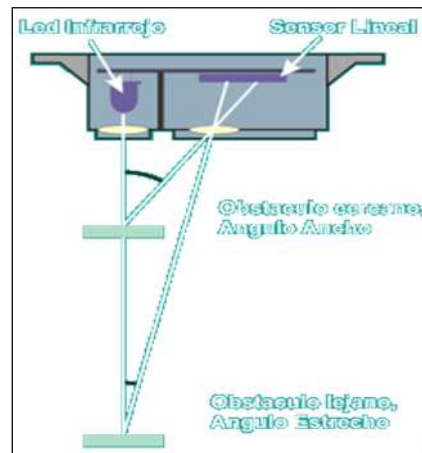


Figura 37 - Funcionamiento de los sensores GP2DXX

Dependiendo del modelo elegido leeremos de una manera u otra la salida de éste con lo cual tendríamos que analizar el datasheet de cada modelo para ver su funcionamiento interno.

- En los modelos analógicos la salida es un voltaje proporcional a la distancia medida.
- En los modelos digitales la lectura será de 8 bits serie con reloj externo.
- En los modelos booleanos la salida será de 1 bit, éste marca el paso por la zona de histéresis del sensor con lo cual solo tendremos medición de una distancia fija.

En este proyecto se han escogido los sensores de salida analógica GP2D12 Y GP2D120. De esta forma se pueden detectar objetos a una distancia corta con el GP2D120 y con el otro modelo a una mayor distancia (véase Tabla 4).

Las principales características de ambos modelos se muestran a continuación:

GP2D12	
Rango	10 - 80cm
Periodo de lectura	40ms
Máximo ángulo de reflexión	>40°
Tensión de alimentación	4,5 – 5,5V
Consumo medio	35mA
Consumo de pico	200mA

Tabla 5 - Características principales GP2D12

GP2D120

Rango	4 - 30cm
Periodo de lectura	32ms
Tensión de alimentación	4,5 – 5,5V
Consumo medio	33mA
Consumo de pico	50mA

Tabla 6 - Características principales GP2D120

Ambos sensores generan una salida entre 0 – 3 V en función de la distancia a la que se encuentre el objeto, aunque la tensión de salida no sigue una relación directamente proporcional a la distancia, sigue una curva como la que se muestra en Figura 38 - Curva de salida de los sensores infrarrojos en función de la distancia

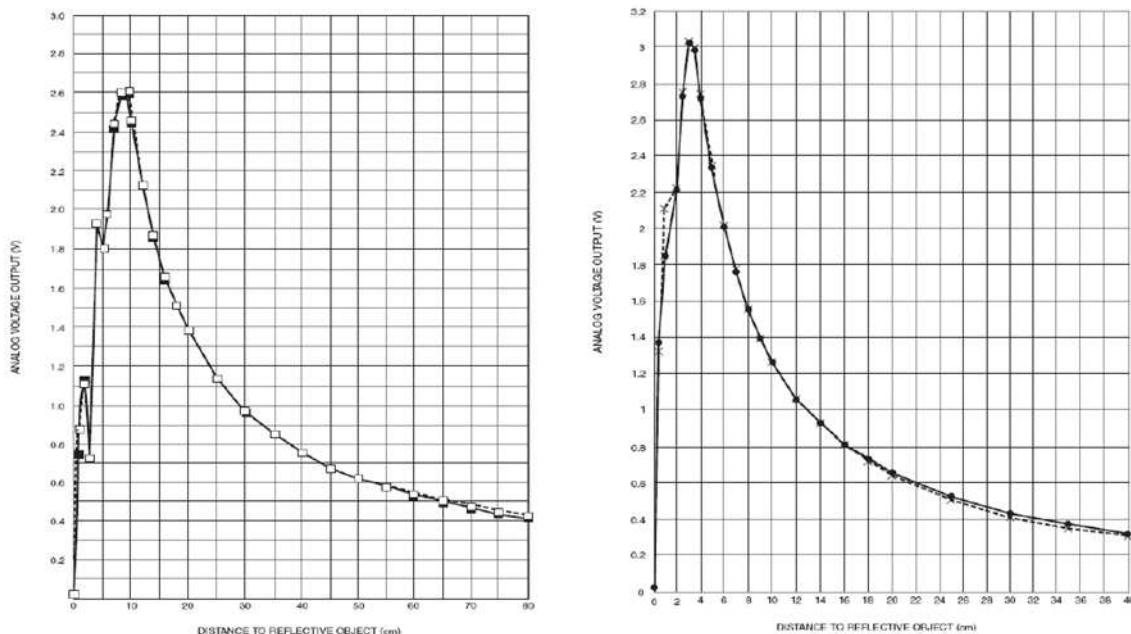


Figura 38 - Curva de salida de los sensores infrarrojos en función de la distancia

Como se puede observar el modelo GP2D12 ofrece una salida fiable en un rango de distancia de 10 cm a 80 cm y el modelo GP2D120 en un rango de 4 a 40 cm. Fuera de estas medidas el sensor no da una salida fiable. Por ello, es necesario colocar los sensores en la estructura del robot según el objeto que se quiera detectar y escoger un modelo según la distancia a la que se quiera detectar. A continuación se detalla cual es la disposición de los sensores y el modelo utilizado en cada posición:

- **Sensores laterales.** La principal estrategia del robot está basada en estos sensores (véase apartado 3. 2.4. E Estos elementos son los encargados de cuantificar el número de obstáculos que se van sorteando, y así saber la

trayectoria que debe seguir el robot. La distancia entre obstáculos es poco mayor que el ancho del robot, pasando éste ajustado entre dos de dichos obstáculos. Es por este motivo que se decidió que los sensores laterales fueran del modelo GP2D120, cuyo intervalo de distancias de detección óptima (entre 4cm y 10cm) es inferior al del otro modelo de sensores barajado.



Figura 39 - Sensor lateral izquierdo

- **Sensores frontales:** se colocaron 6 sensores frontales con la misión de detectar obstáculos y rivales y evitara sí su colisión. Se distribuyen en la parte frontal del robot como se muestra en la Figura 40. Se han utilizado el modelo GP2D12 con el fin de detectar a una mayor distancia y así poder corregir la trayectoria del robot.



Figura 40 - Sensores frontales

El conector de los sensores es el siguiente:

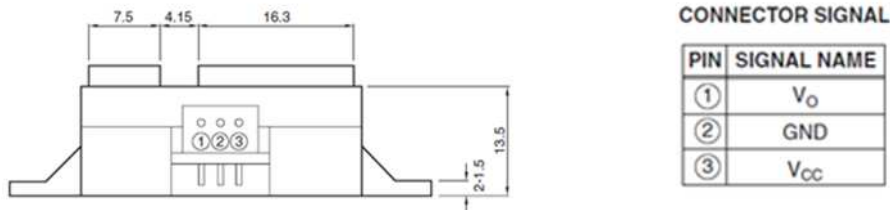


Figura 41 - Conector sensor infrarrojo

Como ya se ha mencionado anteriormente, la salida de ambos modelos es analógica. Aunque la placa Linux, que se encarga de recibir las señales de los sensores y procesarlas para elaborar una respuesta adecuada a los estímulos, tiene entradas analógicas, se decidió tratar las señales para convertirlas en señales digitales ya que es mucho más fácil procesar la señal digital que la analógica. Para ello se utilizó un circuito de acondicionamiento basado en el circuito de disparo de Schmitt o trigger Schmitt. Este circuito cambia su estado de salida cuando la tensión en su entrada sobrepasa un determinado nivel; la salida no vuelve a cambiar cuando la entrada baja de ese voltaje, sino que el nivel de tensión para el cambio es otro distinto, más bajo que el primero. A este efecto se le conoce como ciclo de histéresis. Ésta es la principal diferencia con un comparador normal, que es un simple amplificador sin realimentación, y que su salida depende únicamente de la entrada mayor. El trigger Schmitt utiliza la histéresis para prevenir el ruido que podría solaparse a la señal original o a pequeñas fluctuaciones en la señal original que podrían causar falsos cambios de estado si los niveles de referencia y entrada son parecidos. Para su implementación se suele utilizar un amplificador operacional realimentado positivamente [12]. Este funcionamiento es idóneo, ya que un comparador tradicional sólo permitiría detectar objetos a una distancia exacta, lo que supone un hecho bastante improbable al tratarse de objetos en movimiento. Este margen permite que el objeto detectado siga generando un "0" lógico mientras su distancia al robot no varíe considerablemente.

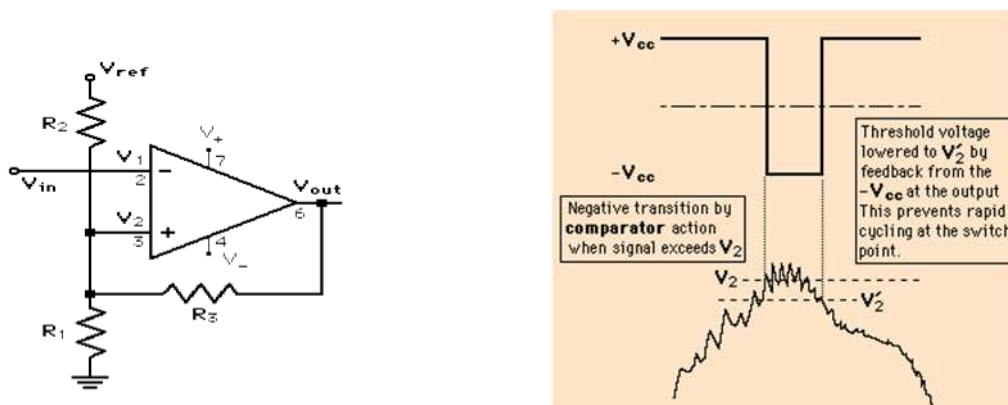


Figura 42 - Trigger Schmitt [13]

Su funcionamiento es el siguiente, si el trigger inicialmente está activado, la salida estará en estado alto a una tensión $V_{out} = +V$, y las dos resistencias formarán un divisor de tensión entre la salida y la entrada. La tensión entre las dos resistencias (entrada +) será V_2 , que es comparada con la tensión de entrada V_1 , que en nuestro caso es el voltaje que el sensor da en cada instante. Para producir una transición en la salida, V_1 (señal del sensor) debe superar el voltaje V_2 . Al producirse el cambio la tensión de salida pasa a ser $V_{out} = -V$, y por lo tanto la tensión V_2 cambia también pasando a ser V_2' . Para que se vuelva a producir una transición ahora la tensión V_1 (señal del sensor) debe pasar a ser menor que V_2' . Los niveles de referencia (v_2 y v_2') pueden ser controlados ajustando las resistencias R_1 , R_2 y R_3 . Sus valores se expresan con la siguiente función:

$$v_2 = \frac{R_{123} V_{ref}}{R_2} + \frac{R_{123} V_{cc}}{R_3}$$

$$v_2' = \frac{R_{123} V_{ref}}{R_2} - \frac{R_{123} V_{cc}}{R_3}$$

Donde $R_{123} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$

Los valores utilizados para los diferentes parámetros son:

- $R_1 = 1K\Omega$
- $R_3 = 1K\Omega$
- $R_2 = \text{potenciómetro de } 1M\Omega$
- $V_{ref} = 5V$
- $+V = 5V$
- $-V = 0V$

Para poder variar la distancia a la que se pueda detectar un objeto se diseñó la resistencia R_2 con un potenciómetro de $1M\Omega$ multivuelta. De esta forma se puede variar la distancia de detección según el sensor y sus circunstancias de uso, siguiendo así la filosofía de que este diseño pueda ser reutilizado para siguientes ediciones.

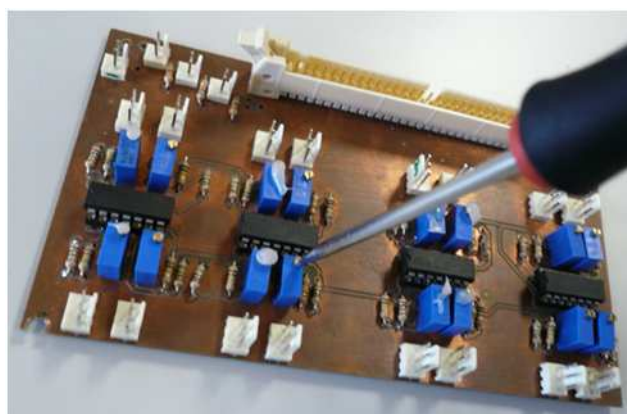


Figura 43 - Ajuste de la distancia de detección

5.1.2. Sensor de contacto o fin de carrera

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado. Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento [14].

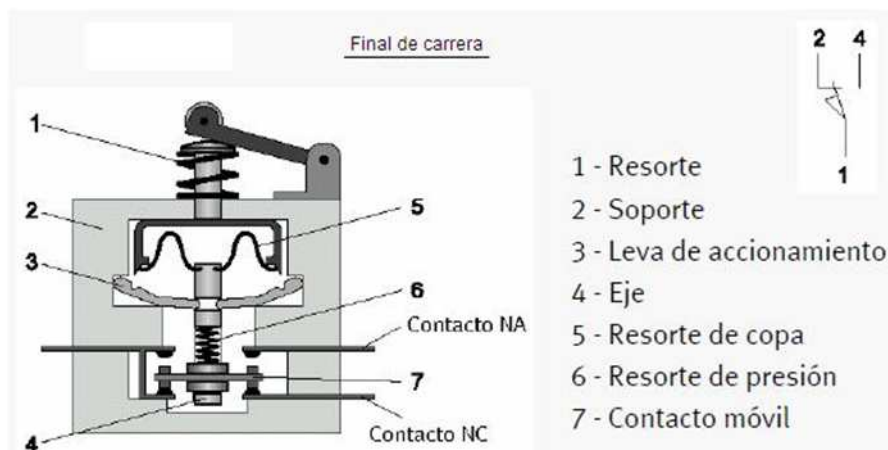


Figura 44 - Estructura fin de carrera

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tara que hace que el eje se eleve y conecte el contacto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. El modo negativo es la inversa del modo anterior, cuando el objeto controlado tiene un saliente que empuje el eje hacia abajo, forzando el resorte de copa y haciendo que se cierre el circuito. En este modo cuando el muelle falla y se rompe permanece activado.

Entre las ventajas encontramos la facilidad en la instalación (no requiere circuito de acondicionamiento), la robustez del sistema, es insensible a estados transitorios. Los inconvenientes de este dispositivo son la velocidad de detección y la posibilidad de rebotes en el contacto, además depende de la fuerza de actuación.

En este diseño se han realizado las conexiones necesarias en la placa sensorial para poder instalar 4 sensores de contacto o fin de carrera. Aunque no necesiten de circuito de acondicionamiento, se decidió realizar las conexiones en esta placa para minimizar y centralizar el número de conexiones con la placa Linux de control.

El modelo utilizado es SS5GL2D [13]. En esta edición sólo se han utilizado 2 sensores de los 4 posibles. Su función es detectar cuando el robot chocaba con el travesaño de la balanza donde debe depositar los alimentos (véase 11.1. Normativa del concurso). Con la activación de esta señal se procede a activar los actuadores necesarios para descargar los alimentos recolectados.

5.1.3. Encoders

El encoder es un sensor óptico instalado en el eje del motor que permite medir la distancia recorrida por el robot y la velocidad angular de las ruedas del mismo. Convierte el movimiento angular en impulsos eléctricos, que pueden ser utilizados para controlar el movimiento lineal y angular del robot.

Constan de un disco transparente con una serie de marcas opacas colocadas radialmente y equidistantes entre sí, de un sistema de iluminación y de un elemento foto receptor. El eje cuya posición se quiere medir va acoplado al disco, a medida que el eje gira se van generando pulsos en el receptor cada vez que la luz atraviesa las marcas, llevando una cuenta de estos pulsos es posible conocer la posición del eje. La resolución depende del número de marcas que se pueden poner físicamente en el disco.

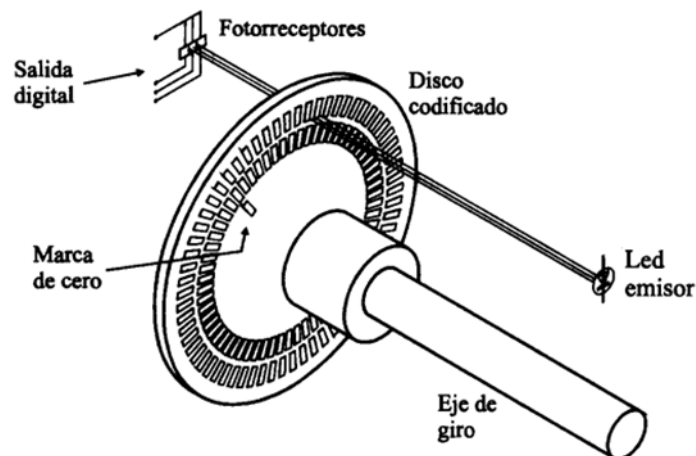


Figura 45 - Funcionamiento encoder

El modelo utilizado en este proyecto es EB50 Bernio [16]:

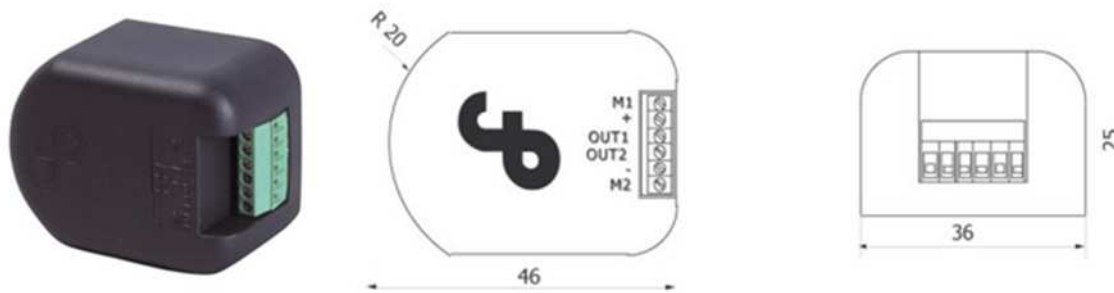


Figura 46 - Encoder EB50 Bernio

Estos dispositivos funcionan en modo unidireccional (50 pulsos por vuelta) o en modo bidireccional (25 pulsos por vuelta). Su rango de alimentación puede variar entre 6V y 24V, siendo necesario colocar una resistencia de pull-up entre la alimentación y la salida del dispositivo para obtener un buen acondicionamiento de la señal. Para asegurar un buen funcionamiento de los encoders se decidió fijar una alimentación de 15V procedente de la placa de potencia.

A la hora de calcular la distancia que ha sido recorrida por cada uno de los motores se deberá tener en cuenta que cada uno de ellos incorpora una reductora, cuyo factor de reducción es de 16:1. Dicho factor aumentará proporcionalmente el número de pulsos que se obtienen a la salida del encoder utilizando el modo bidireccional, de modo que se obtendrán 400 pulsos. Sabiendo que el radio de cada una de las ruedas solidarias al giro de los motores es de 36mm, se puede determinar la longitud recorrida por el robot (L) en una vuelta completa mediante la siguiente expresión:

$$L = \pi \cdot 2r = 226,2\text{mm}$$

$$L/ppv = 226,2/400 = 0,56\text{mm}$$

5.2. Placa sensorial

Como se ha mencionado anteriormente la placa sensorial se ha diseñado para minimizar y centralizar las conexiones de los diferentes sensores (infrarrojos y de contacto) con la placa de control Linux, y además para implementar el circuito de acondicionamiento para los sensores infrarrojos (véase apartado 6.1.1.Sensores infrarrojos). De esta forma se conecta la placa Linux con los sensores por medio de un único conector

La placa está formada por:

- 16 conectores para sensores infrarrojos con su correspondiente circuito de acondicionamiento. Cada sensor tiene su propio potenciómetro para ajustar la distancia a la que se desea detectar el objeto.
- 4 conectores para sensores de contacto.
- Un conector IDC de 64 pines para la conexión con la placa Linux.

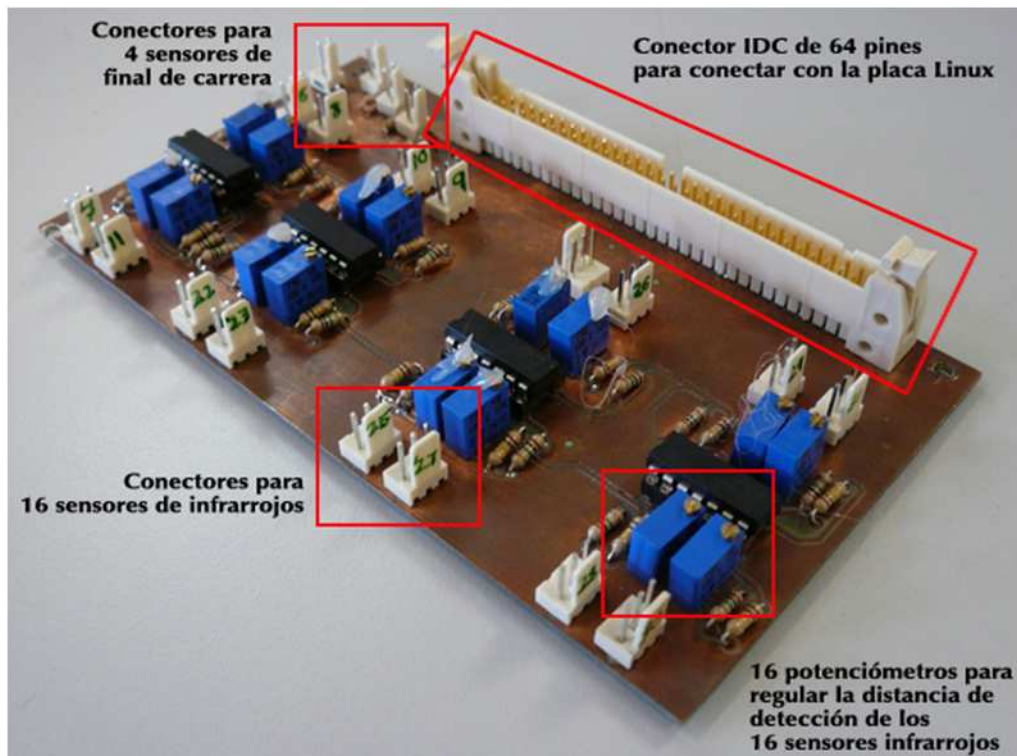


Figura 47 - Conexiones placa sensorial

En el diseño del circuito impreso se utilizaron dos capas:

- TOP: como plano de masa. También se tuvo que realizar el enrutamiento de algunas pistas, ya que el número de conexiones era muy elevado.
- BOTTOM : enrutamiento de pistas.

6. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es el encargado de recibir las señales procedentes de los sensores del sistema, procesar la información y elaborar una respuesta adecuada según las circunstancias que recibirán los actuadores del robot (motores y servomotores). El sistema de control está formado por la placa Linux y la placa servo-motores. Además también hay una placa de drivers que sirve de traductor entre la placa de control de servo-motores y los motores.

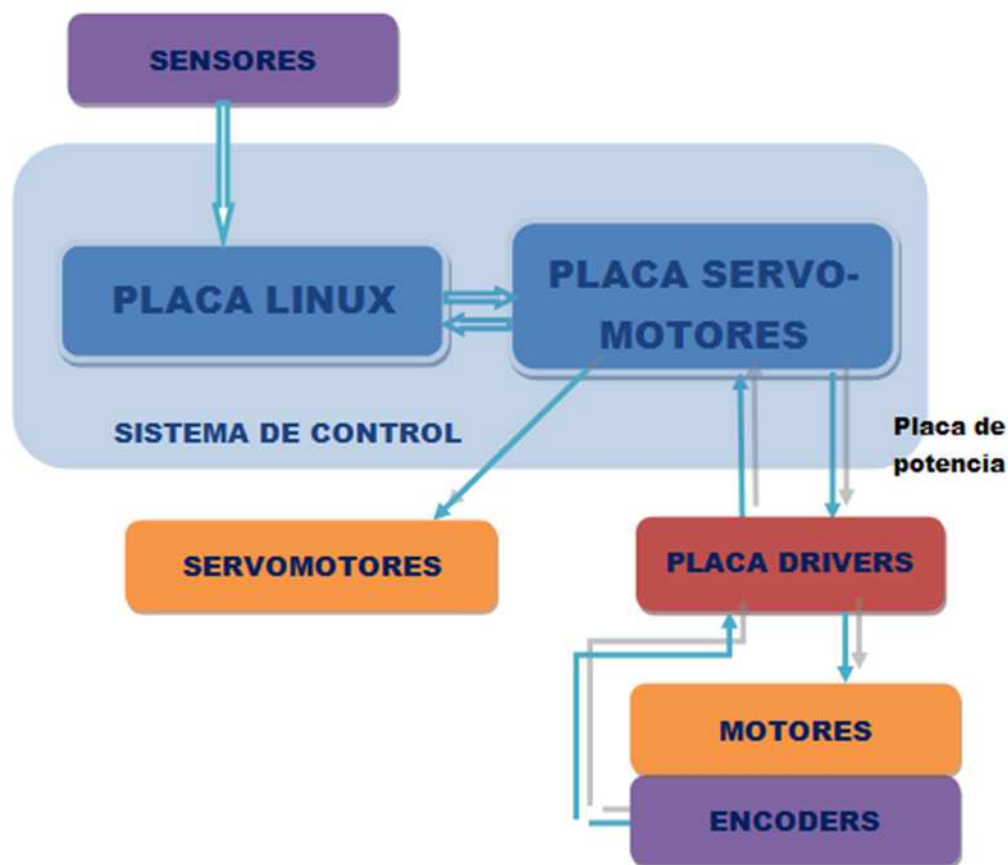


Figura 48 - Esquema sistema de control

En este capítulo se analizarán cada una de las placas mencionadas anteriormente, sus principales componentes y su función.

6.1. Placa Linux

La placa Linux es la encargada de los principales procesos de control del robot. Se encarga de recibir la información de los sensores infrarrojos y de contacto y procesarla para elaborar una respuesta que enviará a la placa de servo-motores que se encargará del control de los actuadores según la información recibida de la placa Linux.

Esta placa se engloba dentro de los ordenadores conocidos como SBC (Single Board Computer) [17], es decir, actúa como un ordenador integrado en una única placa. Este tipo de dispositivos disponen de todos los elementos de un ordenador operativo, incluyendo el procesador, la memoria principal y el almacenamiento secundario. En este caso se seleccionó un modelo TS-7350, cuyas características principales son:

- CPU ARM9 a 200MHz
- 32MB SDRAM de memoria
- 5K LUT FPGA
- Conector flexible de 64-pin tipo PC/104
- Puerto Ethernet 10/100
- 2 puertos USB 2.0
- Ranura para tarjeta SD
- 3 puertos RS-232, 2 puertos TTL COM
- Cabeza de 40 pines con salidas y entradas de tipo ADC, SPI, I2C, DIO...
- Soporta temperaturas entre -40° y +70°C
- Alimentada con voltajes desde 5 hasta 28VDC
- Arranca Linux 2.6 en aproximadamente 1 segundo.

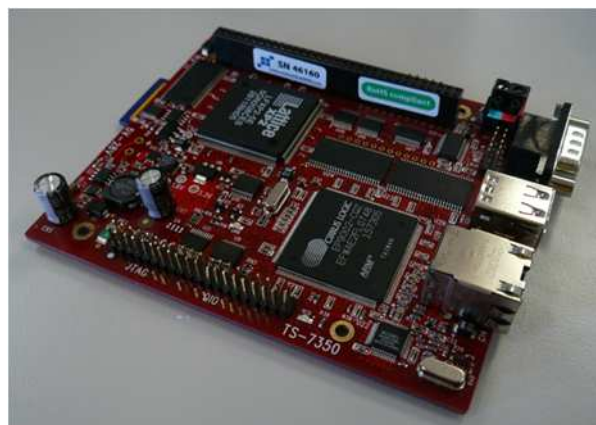


Figura 49 - Single-board computer



La placa además está dotada de diferentes tipos de conectores que permiten conectarla de modo sencillo al resto de placas del sistema: Ethernet [18], puerto serie (RS232) [19], USB [20], multitud de entradas analógicas/digitales, lo que hace que esta placa sea muy útil en aplicaciones robóticas.

- **Ethernet.** Utilizado para conectar con un ordenador de sobremesa o portátil, con el fin de establecer una comunicación entre ellos mediante el protocolo Telnet [21].
- **Puertos USB.** Posibilita la ampliación del almacenamiento permanente mediante la conexión de memorias Flash [22].
- **Entradas analógicas/digitales.** Utilizadas para la introducción al sistema de información del entorno, ya sea proveniente de interruptores, anilla de arranque, sensores infrarrojos, sensores de final de carrera o cualquier otro dispositivo de percepción.
- **Puerto serie (RS232).** Empleado para comunicar esta placa con la placa de servo-motores.

6.2. Placa servo-motores

La placa de servo-motores es la encargada de traducir las órdenes de la placa Linux anteriormente descrita para que puedan ser entendidas por los actuadores. Es decir, hace una función de esclavo y únicamente tiene funciones de bajo nivel.

Su elemento principal es el microcontrolador 8052 modelo D589C450 [23]. Este dispositivo pertenece a la familia MCS-51, o simplemente 51. Es una familia de microcontroladores desarrollada por la empresa Intel. El miembro original de dicha familia fue el microcontrolador 8051, que da nombre a la misma, y cuya arquitectura sirvió de base para el desarrollo del resto de los dispositivos. La diferencia de este modelo respecto a otros de su familia es su alta velocidad. Ejecuta instrucciones hasta 12 veces más rápido que los modelos tradicionales, alcanzando velocidades de reloj de hasta 33MHz.

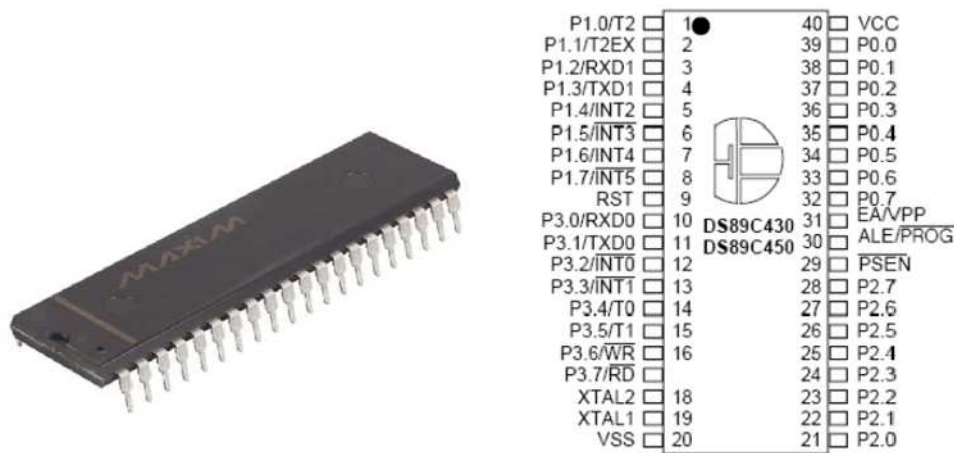


Figura 50 - Microcontrolador 8052

Sus principales características son:

- Memoria Flash de 64kB dividida en dos módulos de 32kB utilizados como memoria de programa (ROM).
- Memoria SRAM de 1kB que puede ser utilizada como memoria de datos (RAM).
- 4 puertos bidireccionales de Entrada/Salida de 8 bits cada uno.
- 2 puertos series full-duplex.
- 3 timers de 16 bits.
- 1 timer Watchdog programable.
- 13 fuentes de interrupciones (6 externas).

Como se ha dicho anteriormente, el microcontrolador se va a encargar de comunicarse con los diferentes actuadores del robot. Por lo tanto es necesario asignar un puerto a cada uno de ellos. Para ello es necesario cuatro salidas para el control de motores (dos para el sentido de giro y dos para la señal PWM que determine la velocidad de giro de cada uno de los motores) y 8 para el control de los servomotores. Cada uno de estos puertos tiene un conector para poder ser conectado con el actuador adecuado. Hay que destacar que esta placa se diseñó con más conexiones para actuadores de las necesarias con el fin de poder ser reutilizada en el futuro para otras aplicaciones.

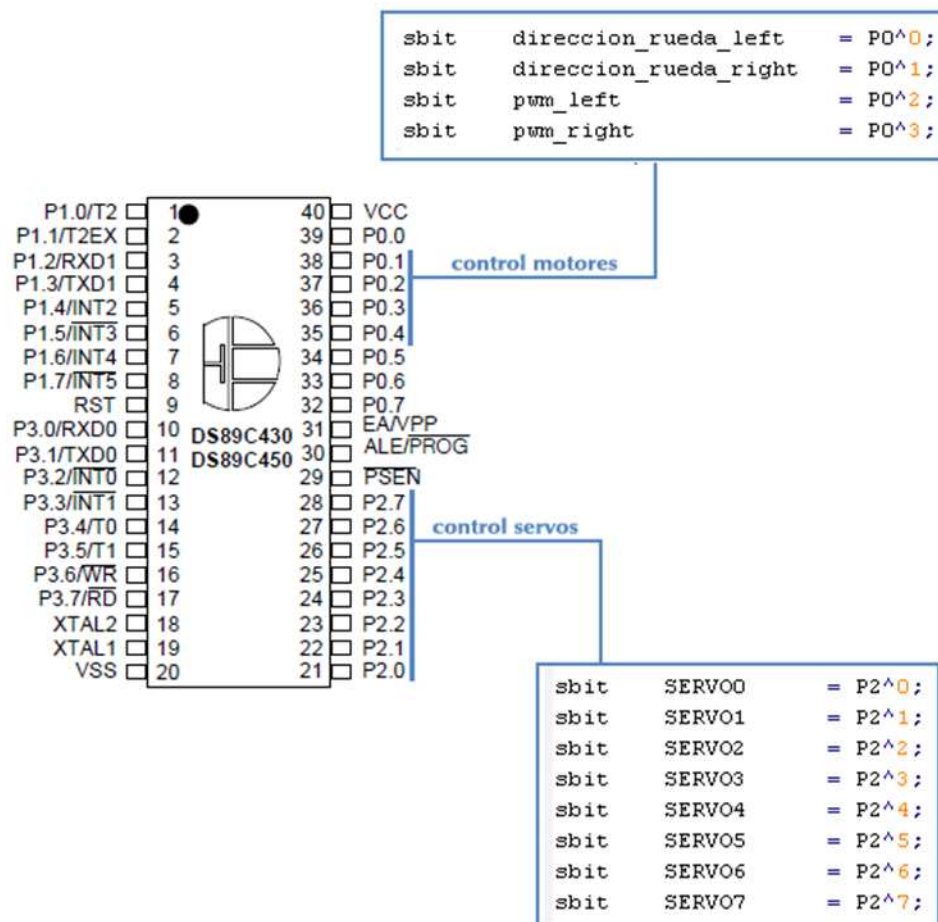


Figura 51 - asignación de salidas del microcontrolador 8052

Además posee una programación de tipo “In-System” que se realizará a través del puerto serie. Para esta tarea la placa de control incorpora unos integrados MAX232 [24] que nos permitirán realizar la programación a través del puerto serie adecuando los niveles de tensión entre el microcontrolador y el puerto serie. La ventaja de este dispositivo es que sólo necesita ser alimentado a una tensión de 5V, ya que internamente se generan las tensiones necesarias para el protocolo RS-232. Otros dispositivos necesitan de una alimentación de +12V y -12V.

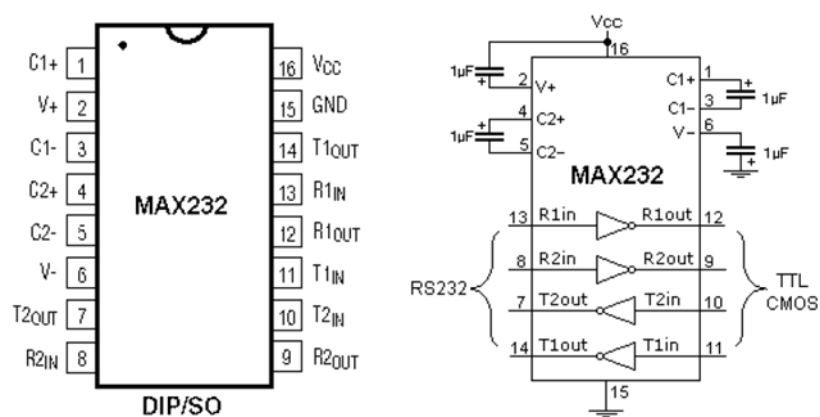


Figura 52 - Convertidor MAX232

El esquema de conexionado es el siguiente:

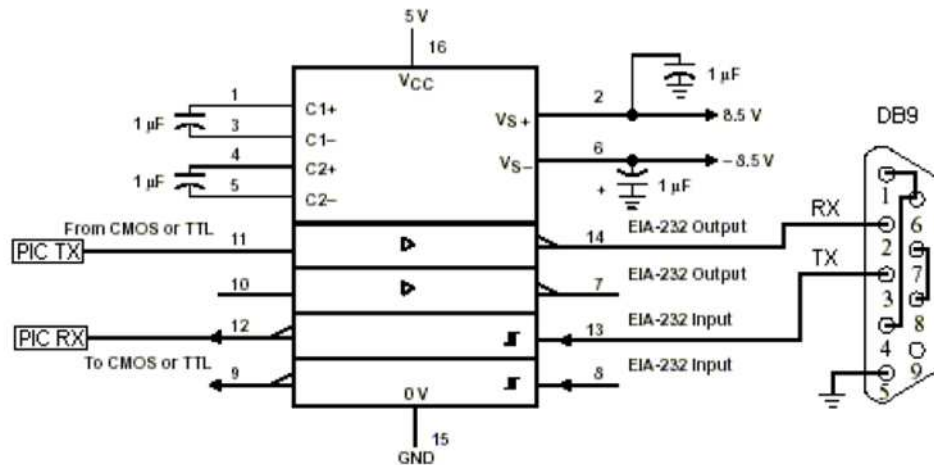


Figura 53 - Conexión convertidor con el puerto serie

Podemos encontrar también en esta placa un interruptor de reset y tres LEDs que permiten comprobar de forma rápida y sencilla el buen funcionamiento de la placa, teniendo cada uno de ellos funciones diferentes:

- Informar sobre la alimentación de la placa.
- Vigilar el buen funcionamiento del convertidor MAX232.
- Un LED tricolor para indicar si el microcontrolador se encuentra en modo de programación o en modo de ejecución.

En la siguiente Figura se puede ver una imagen de la placa y de los diferentes conectores: IDC de 32 pines para la placa de potencia que luego se conectará con los motores, los conectores molex para los servomotores y por último el puerto serie.

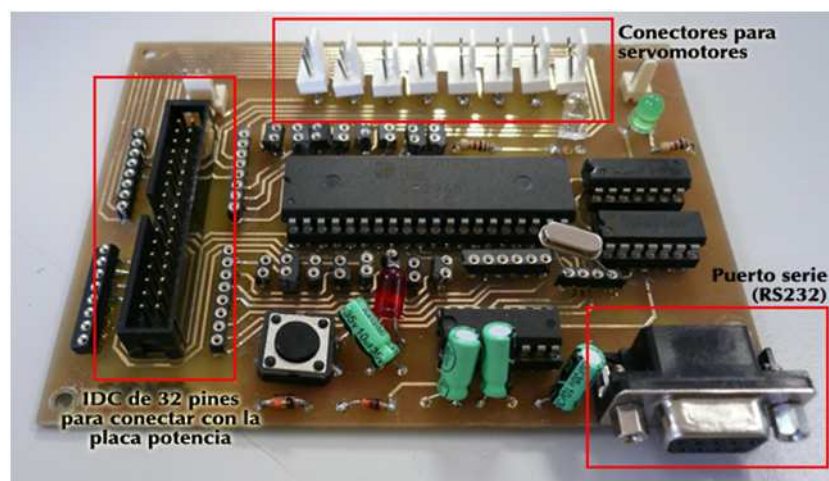


Figura 54 - Placa servo-motores y sus conexiones



6.3. Placa de drivers

La placa de drivers no es en sí una placa de control, sino que actúa de traductor entre la placa de servo-motores y los motores. Se encarga tanto de la generación del nivel de tensión adecuado entre los terminales del motor para conseguir la velocidad de giro exigida en cada caso, como de invertir o no el sentido de la corriente para a su vez invertir o no el sentido de giro de los motores. Como se ha mencionado antes en este documento, la placa de servo-motores y la de drivers están comunicadas a través de la placa de potencia.

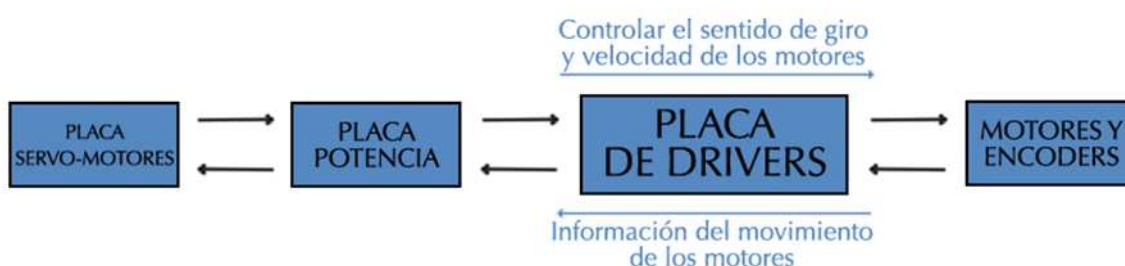


Figura 55 - Flujo de información de la placa driver

El elemento principal de esta placa es el driver modelo LMD18200T [25]. Sus características son las siguientes:

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Total Supply Voltage (V_S , Pin 6)	60V
Voltage at Pins 3, 4, 5, 8 and 9	12V
Voltage at Bootstrap Pins (Pins 1 and 11)	$V_{OUT} + 16V$
Peak Output Current (200 ms)	6A
Continuous Output Current (Note 2)	3A
Power Dissipation (Note 3)	25W

Power Dissipation ($T_A = 25^\circ C$, Free Air)	3W
Junction Temperature, $T_{J(max)}$	150°C
ESD Susceptibility (Note 4)	1500V
Storage Temperature, T_{STG}	-40°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	300°C

Operating Ratings (Note 1)

Junction Temperature, T_J	-40°C to +125°C
V_S Supply Voltage	+12V to +55V

Figura 56 - características LMD18200T

Este modelo fue escogido ya que concordaba con las características de los motores Bernio [6] de los que contaba el robot, las cuales se pueden resumir en tensión nominal de 12 a 24 V, corriente nominal de 1.5 A y corriente de pico de 5.4 A. Como se pudo observar en la Figura 56, este modelo trabaja en un rango de tensiones de 12 a 55 V, con una corriente nominal máxima de 3 A y una corriente de pico máxima de 6 A. Por lo tanto, es válido para esta aplicación.

En la siguiente Figura podemos ver el diagrama de bloques del dispositivo y seguidamente su encapsulado.

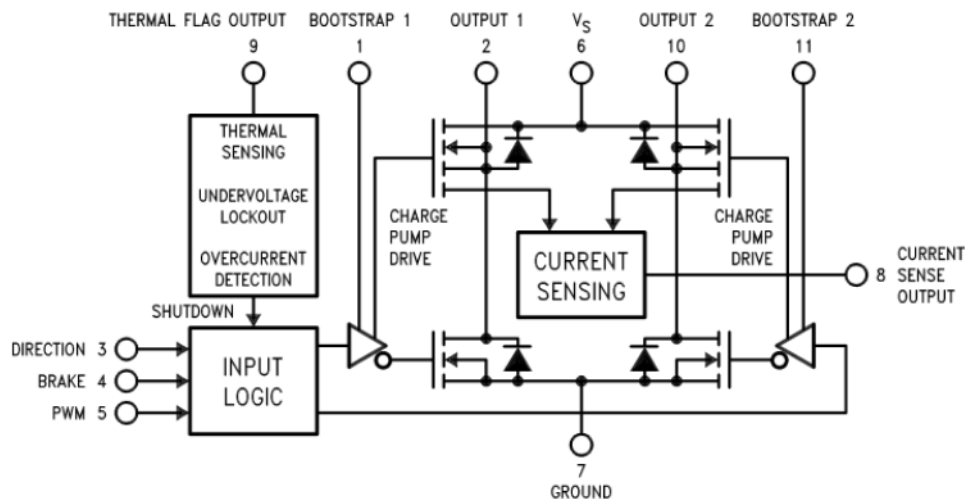


Figura 57 - Diagrama de bloques del driver

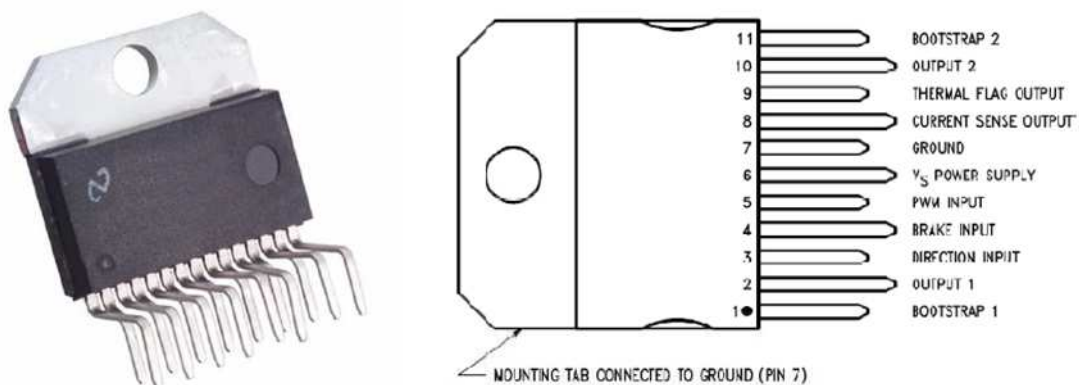


Figura 58 - Encapsulado del driver

El dispositivo recibe tres señales de la placa de control para generar el movimiento de los motores:

- **Input direction (pin 3):** es una señal PWM que indica el sentido de giro del motor. Una señal con un ciclo de trabajo del 50% indica el frenado de los motores. Si la señal tiene un ciclo de trabajo del 25% se realiza el movimiento en un sentido, mientras que un ciclo de trabajo del 75% es hacia el sentido contrario.

- **Input brake (pin 4):** es una señal continua asociada al freno de los motores. Cuando se realizó una prueba de la placa se observó que debido algún tipo de señal de ruido generada por el microprocesador activaba esta señal cuando no era necesario. Por lo tanto se decidió forzar esta señal a cero y utilizar el freno con la señal direction.
- **Input PWM (pin 5):** es una señal PWM que marca la velocidad de giro del motor. El ciclo de trabajo de la señal es proporcional a la velocidad de giro de los motores.

Con estas señales el driver genera dos señales: output1 (pin 2) y output2 (pin 10) que van al motor originando el movimiento deseado. Para generar internamente estas señales el encapsulado combina bipolares y circuitos de control CMOS con dispositivos de potencia DMOS.

Cada motor tiene un funcionamiento independiente, por lo tanto, se necesita un driver por cada motor. Con el fin de minimizar el número de placas y centraliza una sola placa el control de los motores, los dos drivers necesarios están en una misma placa. Como ya se vio en el capítulo 5.2.2. Enlace placa de control servo-motores y placa driver, se ha utilizado un conector IDC para conectar con la placa de potencia.

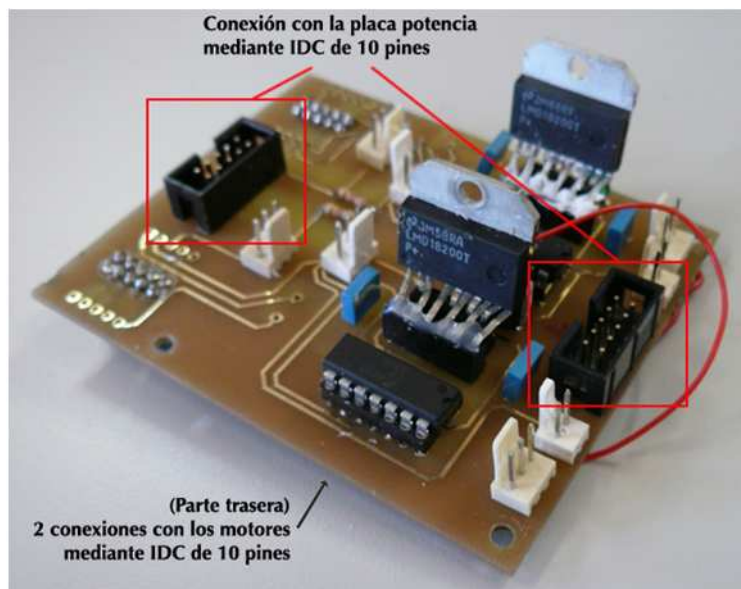


Figura 59 - Placa drivers

Además de generar las señales eléctricas necesarias para alimentar los motores adecuadamente según las entradas de control a través del driver, esta placa también se encarga de alimentar los encoders y de recoger la información que generan para transmitirla a la electrónica de control. De esta forma todas las señales referentes a los motores se encuentran en una única placa



7. PRESUPESTO

En este apartado se detallarán los costes que generan el diseño, la construcción y la programación del microrobot “Flux Capacitor”.

7.1. Costes de material

7.1.1. Electrónica y alimentación

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Placa de circuito impreso	100 €	4	400 €
Single Board Computer (Placa Linux)	310 €	1	310 €
Microcontrolador 8052	15	2	30 €
Componentes electrónicos	-	-	60 €
Batería	31 €	3	93 €
Bobina cable conexionado	8 €	-	8 €
Bobina cable alimentación	10 €	1	10 €
Total			911 €

7.1.2. Sensores

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Sensor infrarrojo Sharp GP2D12/120	15 €	16	240 €
Sensor de final de carrera (bumper)	1,20 €	4	4,80 €
Total			244,80 €

7.1.3. Actuadores

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Servomotor Futaba s3003	12 €	2	24 €
Total			24 €

7.1.4. Estructura

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Plancha de aluminio de 1.5 mm	70 €	1m ²	70 €
Lámina de policarbonato 5mm	85 €	2m ²	170 €
Escuadras de aluminio de 1.5 mm	0,15 €	30	4.5 €
Otros materiales de ferretería	-	-	50 €
Total			294,5 €

7.1.5. Sistema locomotor

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Motor, encoder y reductora	150 €	2	300 €
Ruedas	4,50 €	2	9 €



Ruedas locas	3 €	2	6€
Soportes y casquillos	25 €	2	50 €
Total			365 €

7.1.6. Campo y elementos del juego

Descripción	Coste unitario	Medición	Total
Tablero de DM	250 €	1	250 €
Listones de madera	3 €	30	20 €
Material de ferretería	-	-	30 €
Pintura	11 €	4	44 €
Pelota de malabares roja (150g)	6 €	6	36 €
Pelota de malabares naranja (300g)	9 €	2	18 €
Subtotal			398 €

Total del Coste de material **2237.3 €**

7.2. Costes de personal

Descripción	Sueldo mensual	Meses	Total
Ingeniero Industrial: electrónica	1800 €	9	16200 €
Ingeniero Técnico Industrial: mecánica	1600 €	9	14400 €
Ingeniero Informático	1800 €	9	16200 €
Total del coste de personal			46800 €

7.3. Coste global

Subtotal	Cuantía
Coste de material	2237,3€
Coste de personal	46800 €
Total	49037,3 €

El presupuesto total es de cuarenta y nueve mil treinta y siete euros con treinta céntimos.



8. CONCLUSIONES

El microrobot Flux Capacitor fue finalmente presentado tras meses de trabajo a la edición 2010 del concurso Alcabot-Hispabot, en el cual obtuvo un tercer puesto, como ya se había mencionado en el presente documento. Sin embargo, la superioridad tecnológica y estratégica de otros países hizo imposible obtener un buen puesto en la clasificación a nivel internacional.

Uno de los factores importantes en el diseño y construcción del microrobot es el tiempo. Al participar en una competición el plazo de finalización del robot es fijo y cualquier ayuda que ahorre tiempo de trabajo es crucial. Por ello durante este año hemos trabajado, en la medida posible, en diseñar sistemas que puedan ser reutilizados en posteriores ediciones. En el diseño y construcción de nuevas placas electrónicas, sistemas mecánicos y bloques de programación se invierte un gran valioso tiempo, que podría ser empleado en realizar más pruebas con el robot, observar posibles mejoras que le hagan más competitivo y crear estrategias de juego más complicadas que le otorguen de una gran ventaja.

Aun así, el éxito de nuestro robot reside en que escogimos una estrategia de juego muy sencilla que nos permitía obtener normalmente un número fijo de puntos, dotando a nuestro robot de una gran fiabilidad. Nuestro sistema mecánico y sensorial es muy sencillo, pero precisamente por su sencillez pocas veces fallaba.

8.1. Tendencias futuras

A continuación se va a mencionar posibles tendencias futuras que mejorarían el rendimiento del robot y así poder ser más competitivos a nivel internacional.

- Sistema de posicionamiento basado en motores paso a paso:
Mediante motores paso a paso [29] se consigue una localización más precisa en el campo del microrobot que los encoders que se utilizan hasta ahora, además de simplificar la lógica de control.
- Sistema de apoyo a el posicionamiento mediante balizas:
La normativa del concurso permite la utilización de baliza que ayuden a la localización del propio robot y del contrario. Con este dispositivo se podrían crear estrategia de juego mucho más complejas y sofisticadas.



- Implementación de un sistema de visión:
Incorporar al robot un sistema de visión por computador por medio de la utilización de cámaras que permita reconocer diferentes objetos en el terreno de juego. Este sistema permitiría alcanzar objetivos más ambiciosos dentro de la competición a nivel estratégico.

- Programar la placa de servomotores en la FPGA que integra la placa Linux:
De esta forma se integraría toda la electrónica de control en una sola placa, ahorrando así espacio, energía y evitando la comunicación entre ambas placas.



9. REFERENCIAS

9.1. Recursos electrónicos.

- [1] Concurso Eurobot: <http://www.eurobot.org/>
- [2] Asociación de industrias robóticas: <http://www.robotics.org/>
- [3] Planète Sciences: <http://www.planete-sciences.org/national/>
- [4] La Ferté Bernard: <http://www.la-ferte-bernard.fr/fr/>
- [5] Alcabot-Hispabot: <http://asimov.depeca.uah.es/robotica/>
- [6] Bernio: <http://www.bernio.it/>
- [7] Batería Yuasa: <http://www.yuasabatteries.com/>
- [8] Regulador 15V: <http://es.rs-online.com/web/c/?searchTerm=LM2577&sra=oss>
- [9] Regulador 5V: <http://es.rs-online.com/web/c/?searchTerm=LM2596&sra=oss>
- [10] Sistema sensorial: <http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310008.html>
- [11] Sensores infrarrojos: <http://www.sharp.es/es>
- [12] Trigger Schmitt:
<http://amplificadoroperacional.blogspot.com/2010/07/disparador-schmitt.html>
- [13] Cálculos Trigger Schmitt:
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/schmitt.html#c2>
- [14] Fin de carrera: <http://sensoresdeproximidad.galeon.com/#carrera>
- [15] Modelo fin de carrera:
http://elcodis.com/datasheet.php?c=2252747&c_name=SS5GL2D&doc=259621
- [16] Encoders:
<http://www.directindustry.es/prod/bernio-elettromeccanica/codificadores-rotativos-incrementales-opticos-16124-473103.html>
- [17] Placa Linux: http://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer
- [18] Ethernet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- [19] Puerto serie: http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie
- [20] USB: http://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
- [21] Protocolo de conexión Telnet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Telnet>
- [22] Memoria Flash: http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_flash
- [23] D689C450 8052: <http://old.8052.com/chips.phtml?Chip=3675>



[24] Convertidor de niveles:

http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/M/A/X/2/MAX232.shtml

[25] Driver: <http://www.national.com/pf/LM/LMD18200.html#Overview>

[26] Historia de la robótica: <http://es.wikipedia.org/wiki/Robot>

[27] Historia de la automatización:

http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/automatas_en_la_historia.htm

[28] Las leyes de la robótica:

http://es.wikipedia.org/wiki/Tres_leyes_de_la_rob%C3%B3tica

[29] Motores paso a paso: http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_paso_a_paso

9.2. Recursos bibliográficos.

[30] José Ignacio Albillo Arribas, Diseño Electrónico de un microrobot “Eurobot 2008”, Universidad Carlos III de Madrid, Octubre de 2008.

[31] Victoria Elena de las Eras Benito, Diseño y construcción de un microrobot. Eurobot 2009”, Universidad Carlos III de Madrid, Septiembre de 2009.

[32] Lara Aguilera Escobar, Diseño Hardware de un microrobot “Eurobot 2010”, Universidad Carlos III de Madrid, Julio 2011.

[33] David Álvarez Izquierdo, Evolución de la arquitectura de un microrobot “Eurobot 2010”, Universidad Carlos III de Madrid, Julio 2010.

[34] Electrónica analógica y de instrumentación. Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior.

[35] OrCAD PCB II Martínez Alguacil, Manuel.

[36] Power electronics. Hart, Daniel W.

10. Anexos

10.1. Normativa del concurso



Figura 60 - Recolectar la mayor cantidad de frutas, hortalizas y semillas

Sólo se permite un robot por equipo. Los robots deben ser completamente autónomos, no se permiten comunicaciones con elementos externos, excepto con las balizas.

Juego limpio

La finalidad del concurso es jugar el máximo número de partidos, de manera amistosa. De esta manera no se permite, y estará penalizado:

- Bloquear al robot contrario el acceso a los elementos del juego, así como impedir deliberadamente su movimiento.
- Diseñar el robot con el fin de confundir al contrario usando colores designados para los elementos del juego, así como partes del tablero.
- Hacer daño intencionado al robot contrario.

Seguridad

Los robots deben evitar tener partes puntiagudas o afiladas que puedan dañar al robot contrario.

Está prohibido el uso de líquidos, productos corrosivos, materiales pirotécnicos, o seres vivos dentro del robot.

Material obligatorio

Un cordón de al menos 50cm que se debe utilizar para arrancar el robot. Este cable debe ser la manera de hacer que el robot comience el partido, y al tirar de él, debe quedar completamente desacoplado del robot.

Botón de parada de emergencia, de al menos 2 cm de diámetro. Debe ser rojo, y al pulsarlo, el robot debe pararse inmediatamente, cortando el suministro de energía a

cualquier parte mecánica del robot. Debe situarse en la parte superior del robot, siendo accesible en cualquier momento por el árbitro.

Apagado automático que actúe al transcurrir **90 segundos** tras el comienzo del partido. En ese momento, el robot debe cortar el suministro de energía a todas las partes mecánicas del robot.

Sistema de evasión de obstáculos que impida que el robot colisione contra un robot contrario. No es necesario esquivarlo, simplemente detectarlo a una distancia razonable para no chocarnos con él. Siempre se toma como modelo de robot un cilindro de 30cm por 20 cm de diámetro.

Soporte para baliza

El robot debe disponer de un soporte, donde el robot contrario podrá situar una baliza si así lo desea.

No es obligatorio tenerla, se puede homologar sin ella, pero en caso de que en un partido se compita contra un equipo que desee colocar una baliza en el robot contrario, se descalificará automáticamente al robot que no tiene soporte para baliza.

Dimensiones del robot

El tamaño de la base del robot debe tener dos estados.

El primer estado será el **estado replegado**, y será en el que empezará el robot. En este estado el robot no puede superar los **120cm de diámetro**.

Una vez comienza el partido el robot podrá pasar a un **estado desplegado**, donde su diámetro máximo podrá ser de **140cm**.

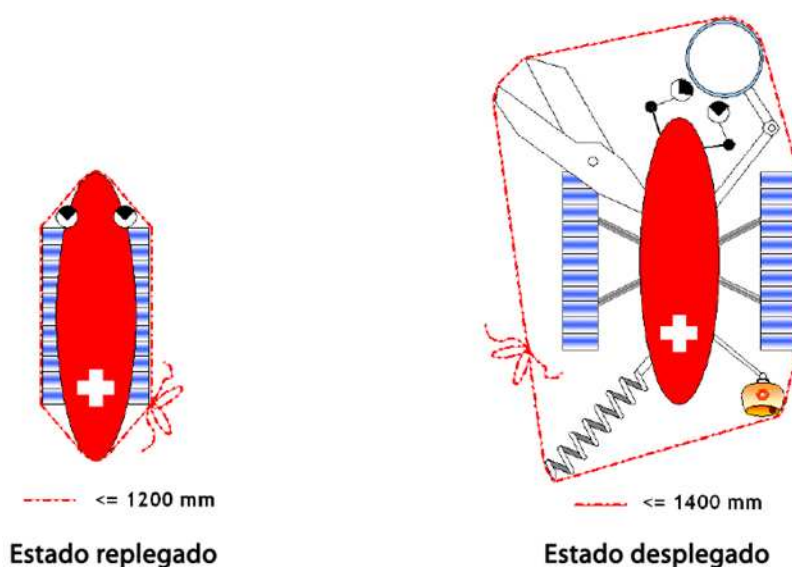


Figura 61 - Dimensiones máximas de la base del Robot

En ambos casos, el diámetro se mide usando una cinta métrica, o una tela con las dimensiones indicadas.

En cuanto a la **altura**, el tope máximo permitido es de **35 cm**, pudiendo llegar a 43 cm al añadir el soporte para baliza. Si el robot adversario coloca en este soporte su baliza, la altura del robot llegará a 51 cm.

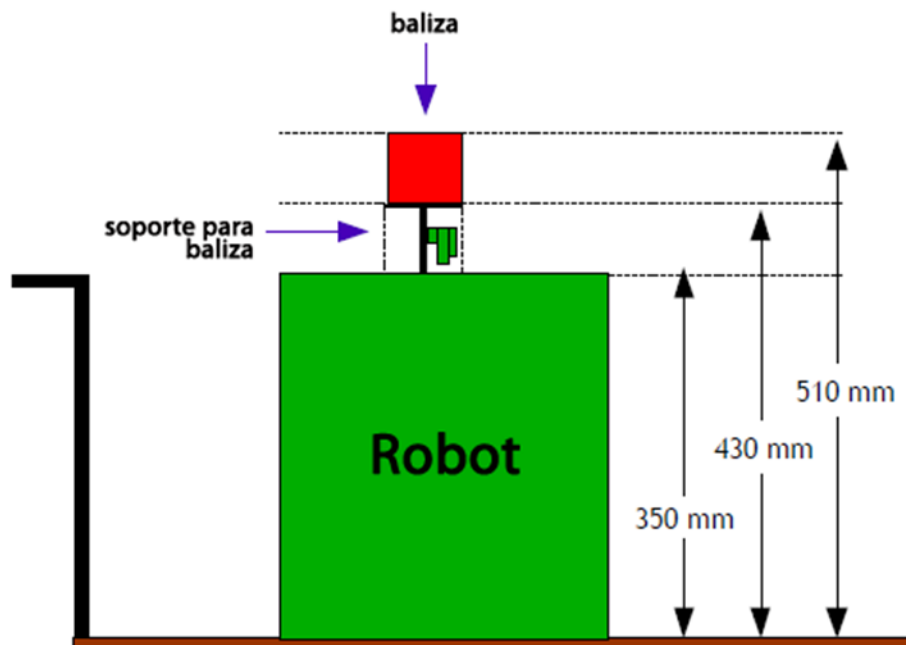


Figura 62 - Altura máxima del Robot

Penalizaciones

Cualquier acción incompatible con el espíritu de juego limpio que se fomenta en el concurso, será penalizado por los árbitros. Por ejemplo, los siguientes actos serán castigados:

- Un robot choca violentamente contra otro.
- Cuando un robot sea considerado peligroso para el robot adversario, para el campo de juego o para el público.
- Si un robot impide deliberadamente al robot oponente acceder a algún elemento del campo de juego.
- Cuando un robot arroja continuamente elementos fuera del campo de juego.

Descalificaciones

Un equipo será descalificado **de ese partido**, cuando alguna de estas situaciones ocurra:

- El equipo no llega a tiempo a la sala de espera previa a un partido donde se reúne a los equipos participantes

- El equipo no consigue estar preparado en el campo de juego en menos de 3 minutos
- El robot no llega el soporte para balizas y el equipo adversario solicita colocarle una baliza
- El robot no consigue abandonar completamente el área de inicio

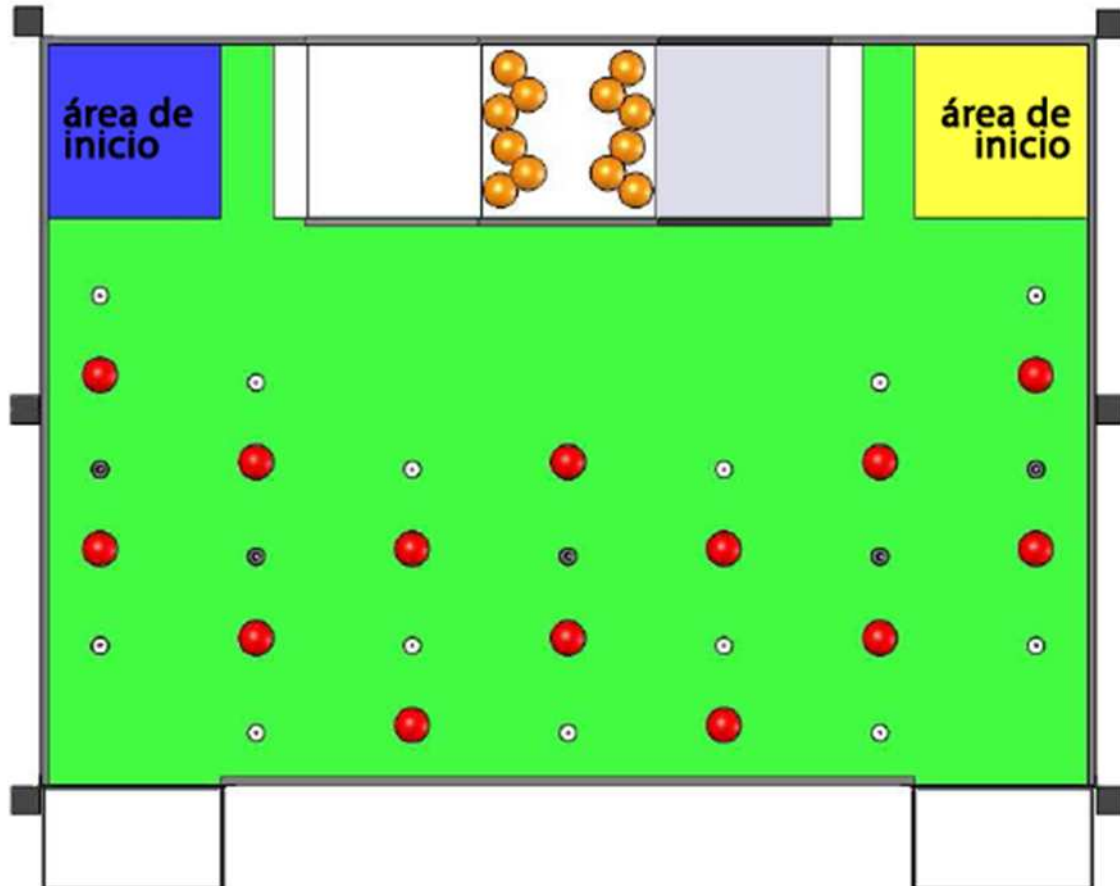


Figura 63 - Área de inicio del campo de juego

Un equipo será descalificado **de la competición**, cuando:

- El robot realice reiteradamente la misma acción penalizable
- El equipo tenga un comportamiento inaceptable
- El robot no cumpla con las normas de seguridad establecidas

Tamaño del campo de juego

Los encuentros se llevarán a cabo en un campo rectangular de **210 cm x 300 cm**, pudiendo ser aún mayor en algunas partes para albergar distintos elementos imprescindibles para el juego.

Campo de juego

El tablero de juego es de color verde. Se compone de:

2 contenedores. Uno para cada equipo. Cada equipo deberá depositar en su contenedor correspondiente los distintos alimentos que vaya recolectando.

12 naranjos. Situados en 2 grupos de 6, en la parte alta de una cuesta. Cada grupo está ubicado próximo al área de inicio de cada uno de los equipos. Cada naranjo contiene una naranja. Por lo tanto, habrá 12 naranjas en juego, representadas por pelotas de malabares de color naranja.

14 tomates. Representados por pelotas de color rojo. Distribuidos a lo largo del tablero de juego

18 mazorcas. Clavadas verticalmente en el tablero de juego. 9 de ellas de color blanco, y las otras 9 de color negro. Las mazorcas blancas son fácilmente extraíbles de donde hayan sido clavadas, mientras que las mazorcas negras están atornilladas al suelo, imposibilitando su extracción.

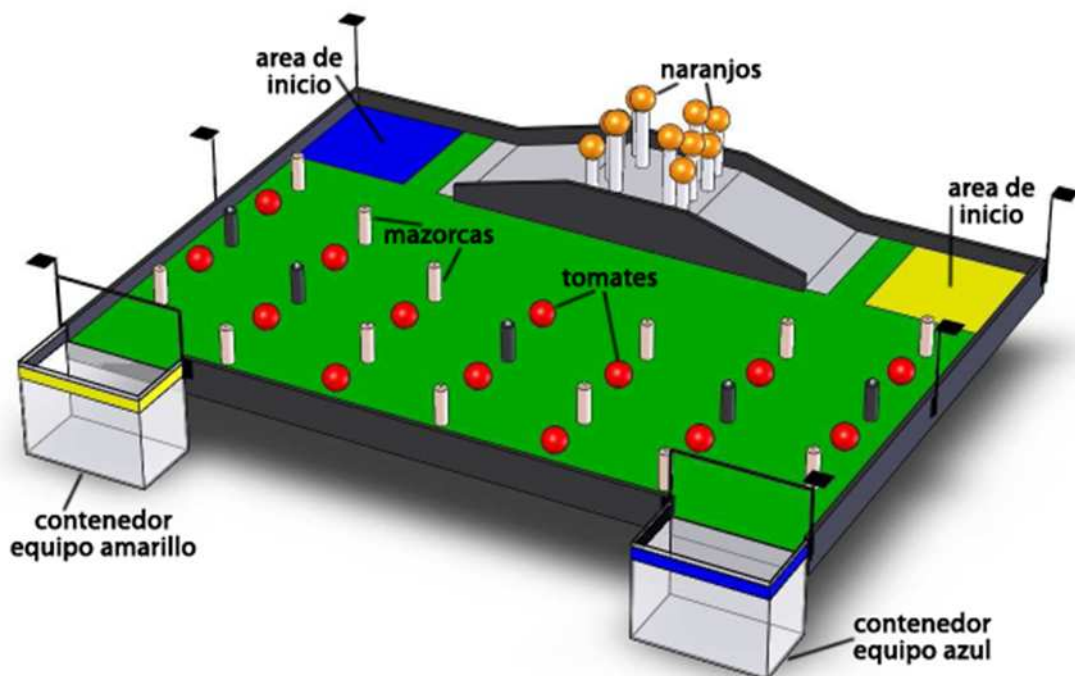


Figura 64 - Campo de juego Eurobot 2010

Puntuación

Cada equipo debe recolectar la mayor cantidad de alimentos posibles (tomates, mazorcas o naranjas) que se encuentran en los naranjos o sueltas en el tablero de juego y depositarlas en el contenedor que le corresponde, el **de su color**.

Al terminar los 90 segundos del partido, se hará el recuento en función del peso de los elementos recolectados, de la siguiente forma:

Los **tomates** pesan 150g, por lo tanto, cada tomate contenido en el contenedor de un equipo sumará **150 puntos** a ese equipo.

Las **mazorcas** pesan 250g, por lo que cada mazorca existente en el contenedor de un equipo aumentará en **250 puntos** el marcador de ese equipo.



Las **naranjas** pesan 300g. Cada naranja contenida en el contenedor de un equipo le dará una cantidad de **300 puntos**.



10.2. Hojas de características

10.2.1. Batería

Data Sheet

NP SERIES - NP4-12

Reliability is your Security

Yuasa NP, NPC and NPH Batteries. Utilising the latest advance design Oxygen Recombination Technology, Yuasa have applied their 80 years experience in the lead acid battery field to produce the optimum design of Sealed Lead Acid batteries.

FEATURES

- Superb recovery from deep discharge.
- Electrolyte suspension system.
- Gas Recombination.
- Multipurpose: Float or Cyclic use.
- Usable in any orientation (except continuous inverted).
- Superior energy density.
- Lead calcium grids for extended life.
- Manufactured World wide.
- Application specific designs.

Technical Features

Sealed Construction

Yuasa's unique construction and sealing technique ensures no electrolyte leakage from case or terminals

Electrolyte Suspension System

All NP batteries utilize Yuasa's unique electrolyte suspension system incorporating a microfine glass mat to retain the maximum amount of electrolyte in the cells. The electrolyte is retained in the separator material and there is no free electrolyte to escape from the cells. No gels or other contaminants are added.

Control of Gas Generation

The design of Yuasa's NP batteries incorporates the very latest oxygen recombination technology to effectively control the generation of gas during normal use.

Low Maintenance Operation

Due to the perfectly sealed construction and the recombination of gasses within the cell, the battery is almost maintenance free.

Terminals

NP batteries are manufactured using a range of terminals which vary in size and type. Please refer to details as shown.

Operation in any Orientation

The combination of sealed construction and Yuasa's unique electrolyte suspension system allows operation in any orientation, with no loss of performance or fear of electrolyte leakage. (Excluding continuous use inverted)

Valve Regulated Design

The batteries are equipped with a simple, safe low pressure venting system which releases excess gas and automatically reseals should there be a build up of gas within the battery due to severe overcharge. Note. On no account should the battery be charged in a sealed container.

General Specifications

Nominal Capacity (Ah)	NP4-12
20hr to 1.75vpc 30°C	4
10hr to 1.75vpc 20°C	3.7
5hr to 1.70vpc 20°C	3.4
1hr to 1.60vpc 20°C	2.4
Voltage	12
Energy Density (Wh/L 20hr)	75
Specific Energy (Wh/kg 20hr)	27
Int. Resistance (m.Ohms)	40
Maximum discharge (A)	40/75
Short Circuit current (A)	120
Dimensions (mm)	
Length	90
Width	70
Height overall	106
Weight (Kg)	1.75
Terminal	A/D
Layout	1
Terminal Torque Nm	-

Layout

Faston tab: 187 **A**

INCH = MM

.250	6.35
.185	4.70
.124	3.15
.098	2.50
.059	1.50
.031	0.80
.020	0.50
.004	0.10

Faston tab: 250 **D**

INCH = MM

.310	7.90
.250	6.35
.16	4.0
.031	0.8
.020	0.5



NP SERIES - NP4-12

Data Sheet

Lead Calcium Grids

The heavy duty lead calcium alloy grids provide an extra margin of performance and life in both cyclic and float applications and give unparalleled recovery from deep discharge.

Long Cycle Service Life

Depending upon the average depth of discharge, over a thousand discharge/charge cycles can be expected.

Float Service Life

The expected service life is five years in float standby applications.

Separators

The use of the special separator material provides a very efficient insulation between plates preventing inter-plate short circuits and prohibiting the shedding of active materials.

Long shelf Life

The extremely low self discharge rate allows the battery to be stored for extended periods up to one year at normal ambient temperatures with no permanent loss of capacity.

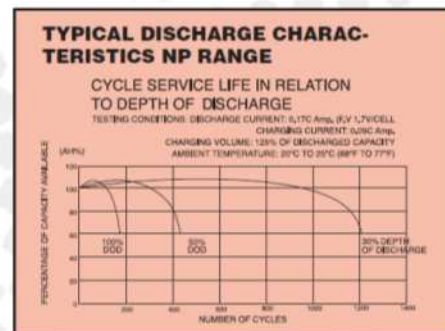
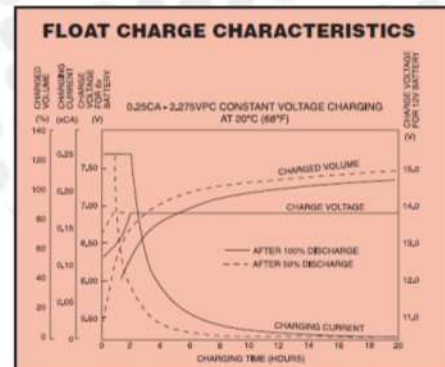
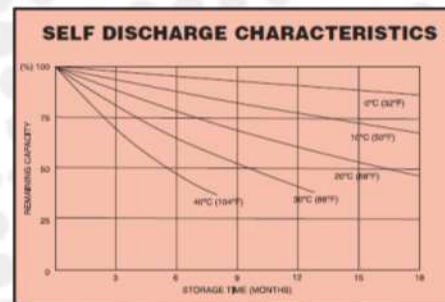
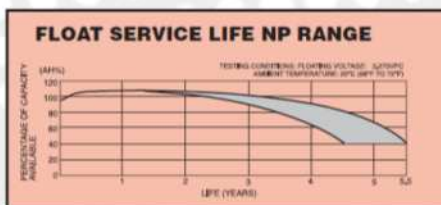
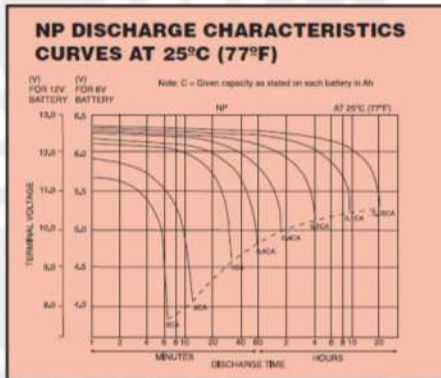
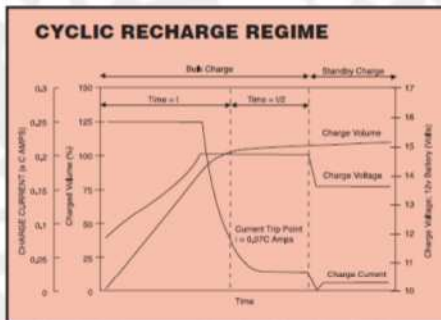
Operating Temperature Range

The batteries can be used over a broad temperature range permitting considerable flexibility in system design and location.

Charge -15°C to 50°C

Discharge -20°C to 60°C

Storage -20°C to 50°C (fully charged battery)

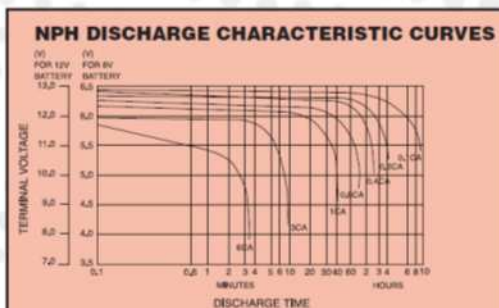


Data Sheet

Manufactured to BS3456, IEC335, UL 1236,
EN60335, CE mark to EN5008-1

- Micro processor controlled
- Short circuit protection
- Reverse polarity protection
- High temperature protection
- Soft start current control
- Fast constant current bulk charge
- 3 stage charging CI-CV-float
- Constant voltage float/standby
- Proportional timing
- Flexibility, to match battery specification.

YCP03A12	300mA 12v
YCP03A24	300mA 24v
YCP03A6	300mA 6v
YCP06A12	600mA 12v
YCP06A6	600mA 6v
YCP1.5A12	1.5A 12v
YCP1.5A24	1.5A 24v
YCP1.5A6	1.5A 6v
YCP1A12	1A 12v
YCP1A6	1A 6v
YCP2A12	2A 12v
YCP2A24	2A 24v
YCP2A6	2A 6v
YCP3A12	3A 12v
YCP4A12	4A 12v
YCP6A12	6A 12v
YCP8A12	8A 12v
YCP10A12	10A 12v
YCP8A24	8A 24v



Standard NF
Available in a wide range of sizes to suit general applications.

High performance batteries specially designed for applications requiring high rate discharge, supplying up to 50% (NPH), (NPW) more power (Watts) for short durations when compared to conventional NP models.

Specifically designed to suit the arduous requirements of cyclic applications allowing increased cycle life (at least double that of conventional types). (NPC Shortform refers)

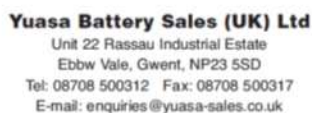
Long Life Model also to BS6290pt4 (FR Options)
Dedicated literature available on request. (NPL Shortform refers).

Applications
Yusasa NP batteries, having excellent deep discharge recovery characteristics coupled with long life on float standby, are ideal for numerous applications in both cyclic and standby modes. For advice on the use of NP batteries in your particular application please contact our Sales Office.

Charged at 2.275 volts per cell continuous. The battery will seek its own current level and float fully charged. However, users should be aware that when charging from fully discharged, the battery can draw an initial charge current of approximately 2cA. Care should therefore be taken to ensure that this initial charge current (if uncontrolled) is within the output capability of the equipment. Final charge current at 2.275 volts per cell is typically between 0.0005cA to 0.004cA.

See cyclic recharge regime graph.

- Do not Short Circuit
- Do not charge in a sealed container
- Service life and operational characteristics will be affected by temperature
- AC Ripple reduces service life.



Registered number 1548820

Cat. No.	NP4-12 February 07
----------	--------------------

E&O E

Distributed by

www.yuasa-battery.co.uk



10.2.2. Microprocesador



DS89C430/DS89C450 Ultra-High-Speed Flash Microcontrollers

www.maxim-ic.com

GENERAL DESCRIPTION

The DS89C430 and DS89C450 offer the highest performance available in 8051-compatible microcontrollers. They feature newly designed processor cores that execute instructions up to 12 times faster than the original 8051 at the same crystal speed. Typical applications will experience a speed improvement up to 10x. At 1 million instructions per second (MIPS) per megahertz, the microcontrollers achieve 33 MIPS performance from a maximum 33MHz clock rate.

The DS89C440 is a 32kB version of the DS89C450 that is no longer available. The DS89C450 can be used as a drop-in replacement.

The *Ultra-High-Speed Flash Microcontroller User's Guide* should be used in conjunction with this data sheet. Download it at www.maxim-ic.com/microcontrollers.

ORDERING INFORMATION

PART	FLASH MEMORY SIZE	PIN-PACKAGE
DS89C430-MNL	16kB	40 PDIP
DS89C430-MNL+	16kB	40 PDIP
DS89C430-QNL	16kB	44 PLCC
DS89C430-QNL+	16kB	44 PLCC
DS89C430-ENL	16kB	44 TQFP
DS89C430-ENL+	16kB	44 TQFP
DS89C440-xxx	Contact factory or replace with DS89C430 or DS89C450.	
DS89C450-MNL	64kB	40 PDIP
DS89C450-MNL+	64kB	40 PDIP
DS89C450-QNL	64kB	44 PLCC
DS89C450-QNL+	64kB	44 PLCC
DS89C450-ENL	64kB	44 TQFP
DS89C450-ENL+	64kB	44 TQFP

+ Denotes a lead-free/RoHS-compliant device.

Complete Selector Guide appears at end of data sheet.

Pin Configurations appear at end of data sheet.

FEATURES

- High-Speed 8051 Architecture**
 One Clock-Per-Machine Cycle
 DC to 33MHz Operation
 Single Cycle Instruction in 30ns
 Optional Variable Length MOVX to Access Fast/Slow Peripherals
 Dual Data Pointers with Automatic Increment/Decrement and Toggle Select
 Supports Four Paged Memory-Access Modes
- On-Chip Memory**
 16kB/64kB Flash Memory
 In-Application Programmable
 In-System Programmable Through Serial Port
 1kB SRAM for MOVX
- 80C52 Compatible**
 8051 Pin and Instruction Set Compatible
 Four Bidirectional, 8-Bit I/O Ports
 Three 16-Bit Timer Counters
 256 Bytes Scratchpad RAM
- Power-Management Mode**
 Programmable Clock Divider
 Automatic Hardware and Software Exit
- ROMSIZE Feature**
 Selects Internal Program Memory Size from 0 to 64kB
 Allows Access to Entire External Memory Map
 Dynamically Adjustable by Software
- Peripheral Features**
 Two Full-Duplex Serial Ports
 Programmable Watchdog Timer
 13 Interrupt Sources (Six External)
 Five Levels of Interrupt Priority
 Power-Fail Reset
 Early Warning Power-Fail Interrupt
 Electromagnetic Interference (EMI) Reduction

APPLICATIONS

Data Logging	Telephones	Building Energy	Uninterruptible	Automotive Text	Industrial Control
White Goods	HVAC	Control and	Power Supplies	Equipment	and Automation
Motor Control	Vending	Management			
Magstripe	Gaming	Programmable	Building Security	Consumer	
Reader/Scanner	Equipment	Logic Controllers	and Door Access	Electronics	
			Control		



DS89C430/DS89C450 Ultra-High-Speed Flash Microcontrollers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground.....	-0.3V to ($V_{CC} + 0.5V$)
Voltage Range on V_{CC} Relative to Ground.....	-0.3V to +6.0V
Ambient Temperature Range (under bias).....	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range.....	-55°C to +125°C
Soldering Temperature.....	See IPC/JEDEC J-STD-020

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = 4.5V$ to $5.5V$, $T_O = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage (Notes 2, 3)	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V
Power-Fail Warning (Notes 2, 4)	V_{PFW}	4.2	4.375	4.6	V
Reset Trip Point (Min Operating Voltage) (Notes 2, 3, 4)	V_{RST}	3.95	4.125	4.35	V
Supply Current, Active Mode (Note 5)	I_{CC}		75	110	mA
Supply Current, Idle Mode at 33MHz (Note 6)	I_{IDLE}		40	50	mA
Supply Current, Stop Mode, Bandgap Disabled (Note 7)	I_{STOP}		1	100	μA
Supply Current, Stop Mode, Bandgap Enabled (Note 7)	I_{SPBG}		150	300	μA
Input Low Level (Note 2)	V_{IL}	-0.3		+0.8	V
Input High Level (Note 2)	V_{IH}	2.0		$V_{CC} + 0.3$	V
Input High Level XTAL and RST (Note 2)	V_{IH2}	3.5		$V_{CC} + 0.3$	V
Output Low Voltage, Port 1 and 3 at $I_{OL} = 1.6mA$ (Note 2)	V_{OL1}		0.15	0.45	V
Output Low Voltage, Port 0 and 2, ALE, \overline{PSEN} at $I_{OL} = 3.2mA$ (Note 2)	V_{OL2}		0.15	0.45	V
Output High Voltage, Port 1, 2, and 3, at $I_{OH} = -50\mu A$ (Notes 2, 8)	V_{OH1}	2.4			V
Output High Voltage, Port 1, 2, and 3 at $I_{OH} = -1.5mA$ (Notes 2, 9)	V_{OH2}	2.4			V
Output High Voltage, Port 0, 1, 2, ALE, \overline{PSEN} , \overline{RD} , \overline{WR} in Bus Mode at $I_{OH} = -8mA$ (Notes 2, 10)	V_{OH3}	2.4			V
Output High Voltage, RST at $I_{OL} = -0.4mA$ (Note 2, 11)	V_{OH4}	2.4			V
Input Low Current, Port 1, 2, and 3 at 0.4V	I_{IL}	-50			μA
Transition Current from 1 to 0, Port 1, 2, and 3 at 2V (Note 12)	I_{TL}	-650			μA
Input Leakage Current, Port 0 in I/O Mode and \overline{EA} (Note 13)	I_L	-10		+10	μA
Input Current, Port 0 in Bus Mode (Note 14)	I_L	-300		+300	μA
RST Pulldown Resistance (Note 13)	R_{RST}	50	120	200	k Ω



DS89C430/DS89C450 Ultra-High-Speed Flash Microcontrollers

PIN DESCRIPTION

PIN			NAME	FUNCTION
PDIP	PLCC	TQFP		
40	12, 44	6, 38	V _{CC}	+5V
20	1, 22, 23, 34	16, 17, 28, 39	GND	Logic Ground
9	10	4	RST	External Reset. The RST input pin is bidirectional and contains a Schmitt Trigger to recognize external active-high reset inputs. The pin also employs an internal pulldown resistor to allow for a combination of wire-ORed external reset sources. An RC is not required for power-up, as the device provides this function internally.
19	21	15	XTAL1	Crystal Oscillators. These pins provide support for fundamental-mode parallel-resonant AT-cut crystals. XTAL1 also acts as an input if there is an external clock source in place of a crystal. XTAL2 serves as the output of the crystal amplifier.
18	20	14	XTAL2	
29	32	26	PSEN	Program Store Enable. This signal is commonly connected to optional external program memory as a chip enable. PSEN provides an active-low pulse and is driven high when external program memory is not being accessed. In one-cycle page mode 1, PSEN remains low for consecutive page hits.
30	33	27	ALE/ $\overline{\text{PROG}}$	Address Latch Enable. This signal functions as a clock to latch the external address LSB from the multiplexed address/data bus on Port 0. This signal is commonly connected to the latch enable of an external 373-family transparent latch. In default mode, ALE has a pulse width of 1.5 XTAL1 cycles and a period of four XTAL1 cycles. In page mode, the ALE pulse width is altered according to the page mode selection. In traditional 8051 mode, ALE is high when using the EMI reduction mode and during a reset condition. ALE can be enabled by writing ALEON = 1 (PMR.2). Note that ALE operates independently of ALEON during external memory accesses. As an alternate mode, this pin ($\overline{\text{PROG}}$) is used to execute the parallel program function.
39	43	37	P0.0 (AD0)	Port 0 (AD0–AD7), I/O. Port 0 is an open-drain, 8-bit, bidirectional I/O port. As an alternate function, Port 0 can function as the multiplexed address/data bus to access off-chip memory. During the time when ALE is high, the LSB of a memory address is presented. When ALE falls to logic 0, the port transitions to a bidirectional data bus. This bus is used to read external program memory and read/write external RAM or peripherals. When used as a memory bus, the port provides weak pullups for logic 1 outputs. The reset condition of port 0 is tri-state. Pullup resistors are required only when using port 0 as an I/O port.
38	42	36	P0.1 (AD1)	
37	41	35	P0.2 (AD2)	
36	40	34	P0.3 (AD3)	
35	39	33	P0.4 (AD4)	
34	38	32	P0.5 (AD5)	
33	37	31	P0.6 (AD6)	
32	36	30	P0.7 (AD7)	

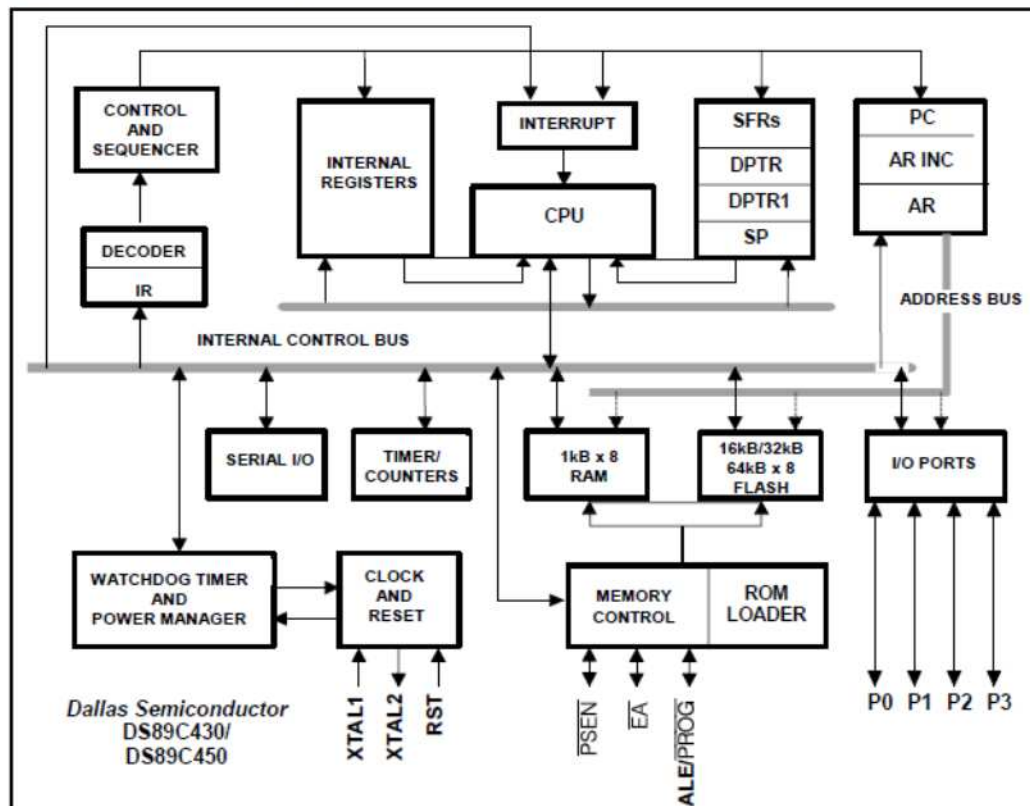


DS89C430/DS89C450 Ultra-High-Speed Flash Microcontrollers

PIN DESCRIPTION (continued)

PIN			NAME	FUNCTION																											
PDIP	PLCC	TQFP																													
1	2	40	P1.0	Port 1, I/O. Port 1 functions as both an 8-bit, bidirectional I/O port and an alternate functional interface for timer 2 I/O, new external interrupts, and new serial port 1. The reset condition of port 1 is with all bits at logic 1. In this state, a weak pullup holds the port high. This condition also serves as an input state, since any external circuit that writes to the port overcomes the weak pullup. When software writes a 0 to any port pin, the DS89C430/DS89C450 activate a strong pulldown that remains on until either a 1 is written or a reset occurs. Writing a 1 after the port has been at 0 causes a strong transition driver to turn on, followed by a weaker sustaining pullup. Once the momentary strong driver turns off, the port again becomes the output high (and input) state. The alternate functions of port 1 are as follows: <table><tr><th>PORT</th><th>ALTERNATE</th><th>FUNCTION</th></tr><tr><td>P1.0</td><td>T2</td><td>External I/O for Timer/Counter2</td></tr><tr><td>P1.1</td><td>T2EX</td><td>Timer 2 Capture/Reload Trigger</td></tr><tr><td>P1.2</td><td>RXD1</td><td>Serial Port 1 Receive</td></tr><tr><td>P1.3</td><td>TXD1</td><td>Serial Port 1 Transmit</td></tr><tr><td>P1.4</td><td>INT2</td><td>External Interrupt 2 (Positive Edge Detect)</td></tr><tr><td>P1.5</td><td>INT3</td><td>External Interrupt 3 (Negative Edge Detect)</td></tr><tr><td>P1.6</td><td>INT4</td><td>External Interrupt 4 (Positive Edge Detect)</td></tr><tr><td>P1.7</td><td>INT5</td><td>External Interrupt 5 (Negative Edge Detect)</td></tr></table>	PORT	ALTERNATE	FUNCTION	P1.0	T2	External I/O for Timer/Counter2	P1.1	T2EX	Timer 2 Capture/Reload Trigger	P1.2	RXD1	Serial Port 1 Receive	P1.3	TXD1	Serial Port 1 Transmit	P1.4	INT2	External Interrupt 2 (Positive Edge Detect)	P1.5	INT3	External Interrupt 3 (Negative Edge Detect)	P1.6	INT4	External Interrupt 4 (Positive Edge Detect)	P1.7	INT5	External Interrupt 5 (Negative Edge Detect)
PORT	ALTERNATE	FUNCTION																													
P1.0	T2	External I/O for Timer/Counter2																													
P1.1	T2EX	Timer 2 Capture/Reload Trigger																													
P1.2	RXD1	Serial Port 1 Receive																													
P1.3	TXD1	Serial Port 1 Transmit																													
P1.4	INT2	External Interrupt 2 (Positive Edge Detect)																													
P1.5	INT3	External Interrupt 3 (Negative Edge Detect)																													
P1.6	INT4	External Interrupt 4 (Positive Edge Detect)																													
P1.7	INT5	External Interrupt 5 (Negative Edge Detect)																													
2	3	41	P1.1																												
3	4	42	P1.2																												
4	5	43	P1.3																												
5	6	44	P1.4																												
6	7	1	P1.5																												
7	8	2	P1.6																												
8	9	3	P1.7																												
21	24	18	P2.0 (A8)	Port 2 (A8–A15), I/O. Port 2 is an 8-bit, bidirectional I/O port. The reset condition of port 2 is logic high. In this state, a weak pullup holds the port high. This condition also serves as an input mode, since any external circuit that writes to the port overcomes the weak pullup. When software writes a 0 to any port pin, the DS89C430/DS89C450 activate a strong pulldown that remains on until either a 1 is written or a reset occurs. Writing a 1 after the port has been at 0 causes a strong transition driver to turn on, followed by a weaker sustaining pullup. Once the momentary strong driver turns off, the port again becomes both the output high and input state. As an alternate function, port 2 can function as the MSB of the external address bus when reading external program memory and read/write external RAM or peripherals. In page mode 1, port 2 provides both the MSB and LSB of the external address bus. In page mode 2, it provides the MSB and data.																											
22	25	19	P2.1 (A9)																												
23	26	20	P2.2 (A10)																												
24	27	21	P2.3 (A11)																												
25	28	22	P2.4 (A12)																												
26	29	23	P2.5 (A13)																												
27	30	24	P2.6 (A14)																												
28	31	25	P2.7 (A15)																												
10	11	5	P3.0	Port 3, I/O. Port 3 functions as both an 8-bit, bidirectional I/O port and an alternate functional interface for external interrupts, serial port 0, timer 0 and 1 inputs, and \overline{RD} and \overline{WR} strobes. The reset condition of port 3 is with all bits at a logic 1. In this state, a weak pullup holds the port high. This condition also serves as an input mode, since any external circuit that writes to the port overcomes the weak pullup. When software writes a 0 to any port pin, the DS89C430/DS89C450 activate a strong pulldown that remains on until either a 1 is written or a reset occurs. Writing a 1 after the port has been at 0 causes a strong transition driver to turn on, followed by a weaker sustaining pullup. Once the momentary strong driver turns off, the port again becomes both the output high and input state. The alternate modes of port 3 are as follows: <table><tr><th>PORT</th><th>ALTERNATE</th><th>FUNCTION</th></tr><tr><td>P3.0</td><td>RXD0</td><td>Serial Port 0 Receive</td></tr><tr><td>P3.1</td><td>TXD0</td><td>Serial Port 0 Transmit</td></tr><tr><td>P3.2</td><td>INT0</td><td>External Interrupt 0</td></tr><tr><td>P3.3</td><td>INT1</td><td>External Interrupt 1</td></tr><tr><td>P3.4</td><td>T0</td><td>Timer 0 External Input</td></tr><tr><td>P3.5</td><td>T1</td><td>Timer 1 External Input</td></tr><tr><td>P3.6</td><td>\overline{WR}</td><td>External Data Memory Write Strobe</td></tr><tr><td>P3.7</td><td>\overline{RD}</td><td>External Data Memory Read Strobe</td></tr></table>	PORT	ALTERNATE	FUNCTION	P3.0	RXD0	Serial Port 0 Receive	P3.1	TXD0	Serial Port 0 Transmit	P3.2	INT0	External Interrupt 0	P3.3	INT1	External Interrupt 1	P3.4	T0	Timer 0 External Input	P3.5	T1	Timer 1 External Input	P3.6	\overline{WR}	External Data Memory Write Strobe	P3.7	\overline{RD}	External Data Memory Read Strobe
PORT	ALTERNATE	FUNCTION																													
P3.0	RXD0	Serial Port 0 Receive																													
P3.1	TXD0	Serial Port 0 Transmit																													
P3.2	INT0	External Interrupt 0																													
P3.3	INT1	External Interrupt 1																													
P3.4	T0	Timer 0 External Input																													
P3.5	T1	Timer 1 External Input																													
P3.6	\overline{WR}	External Data Memory Write Strobe																													
P3.7	\overline{RD}	External Data Memory Read Strobe																													
11	13	7	P3.1																												
12	14	8	P3.2																												
13	15	9	P3.3																												
14	16	10	P3.4																												
15	17	11	P3.5																												
16	18	12	P3.6																												
17	19	13	P3.7																												
31	35	29	\overline{EA}	External Access. Allows selection of internal or external program memory. Connect to ground to force the DS89C430/DS89C450 to use an external memory program memory. The internal RAM is still accessible as determined by register settings. Connect to V_{CC} to use internal flash memory.																											

Figure 5. Functional Diagram



DETAILED DESCRIPTION

The DS89C430 and DS89C450 are pin compatible with all three packages of the standard 8051 and include standard resources such as three timer/counters, serial port, and four 8-bit I/O ports. The three part numbers vary only by the amount of internal flash memory (DS89C430 = 16kB, DS89C450 = 64kB), which can be in-system/in-application programmed from a serial port using ROM-resident or user-defined loader software. For volume deployments, the flash can also be loaded externally using standard commercially available parallel programmers.

Besides greater speed, the DS89C430/DS89C450 include 1kB of data RAM, a second full hardware serial port, seven additional interrupts, two extra levels of interrupt priority, programmable watchdog timer, brownout monitor, and power-fail reset. Dual data pointers (DPTRs) are included to speed up block data-memory moves with further enhancements coming from selectable automatic increment/decrement and toggle select operation. The speed of MOVX data memory access can be adjusted by adding stretch values up to 10 machine cycles for flexibility in selecting external memory and peripherals.

A power management mode consumes significantly lower power by slowing the CPU execution rate from one clock period per cycle to 1024 clock periods per cycle. A selectable switchback feature can automatically cancel this mode to enable normal speed responses to interrupts.

For EMI-sensitive applications, the microcontroller can disable the ALE signal when the processor is not accessing external memory.



10.2.3. Motores



Bernio Elettromeccanica s.n.c.

Gear motors with planet gears

MR 724 20
MR 724 22
MR 383 26
MR 383 28E
MR 615 30 Q
MR 737 40
MR 735 32
MR 742 40
MR 742 43
MR 742 42
MR 742 45 2C
MR 752 63
MR 752 L 63
MR 752 52
MR 763 63
MR 977 80 2C
MR 977 80 Q

Precision gearboxes

RHP 42
RHP 52
RHP 52 Nema 23

Gearboxes

R 60
R 80
R 105

Gear motors with worm gear

MVR 737/30/26
MVSF 742/26
MVSF 752/26

Encoders

EB 04
EB 50

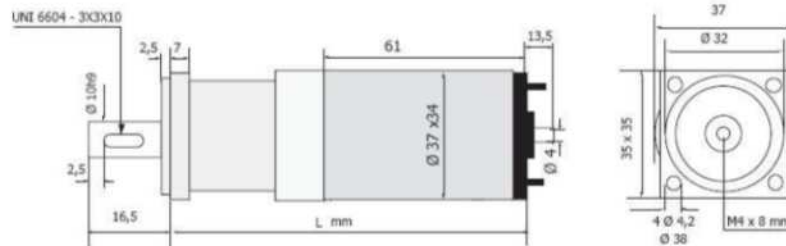
Nema Gearboxes

VSF 26 Nema 23
R 30 Q Nema 17
R 45 Nema 23
R 63 Nema 23
R 63 Nema 34
R 80 Nema 34

- Italiano
- German
- The Company
- Commercial department
- Samples
- Pdf Catalog
- Home

Gear motor MR 615 30 Q

12/24 Vdc 22 W ø 37x34



Type	Ratio	L mm	* R.P.M. no load min ⁻¹	* R.P.M. S 1 min ⁻¹	S1 Torque Nm	* R.P.M. S2 min ⁻¹	S2 Torque Nm	Max Torque Nm	I max A
615 30Q 1/4	4	93	1150	980	0,12	860	0,21	0,68	5,4
615 30Q 1/16	16	101	315	260	0,51	221	0,88	3,1	5,4
615 30Q 1/64	64	110	79	65	1,45	58	2,35	8,6	5,4
615 30Q 1/256	256	118	21	17,3	4,02	15	6,7	10	2,1
615 30Q 1/1024	1024	127	5,27	4,5	12	4,5	12	12	1



Length "L" of the gearmotor as a function of reduction and outlet number of revolution with the standard motor 737 22 output W 5000 Rpm loadness, 12/24 Vdc. Outlet shaft is supported by two coupled screened bearings. The motor and the reduction gear are both plated for corrosion strength. The motor has an electrical suppressor system for the CE standard.

* The speed rotation can change of $\pm 10\%$.
The S1 load test was made using a 1 A current in the air with an increase of temperature of 70° C.
The S2 load test was made using a 1,7 A current in the air with a timing 5" ON 5" OFF with an increase of temperature of 80° C max. The starting current is 5,4 A and cannot be

maintained for more than 2".
Max forces which may act on the outlet shaft: Axial 20 kg, Radial 30 kg on the extremity of outlet shaft.
Possibility to apply other motor types Ø 40 with different voltage and RPM and encoder.

For further informations please contact our technical department

BERNIO ELETTROMECCANICA SNC

Via M.CERVINO N.12 BRUGHERIO 20047 MILANO Tel ++39 039 870638 Fax ++39 039 877766
e-mail info@bernio.it - <http://www.bernio.it>



10.2.4. Encoders



Bernio Elettromeccanica s.n.c.

Gear motors with planet gears

MR 724 20
MR 724 22
MR 383 28
MR 383 28E
MR 615 30 Q
MR 737 40
MR 725 52
MR 742 40
MR 742 43
MR 742 42
MR 742 45 2IC
MR 752 43
MR 752 L 63
MR 752 52
MR 763 63
MR 977 80 2C
MR 977 80 Q

Precision gearboxes

RHP 42
RHP 52
RHP 52 Nema 23

Gearboxes

R 60
R 60
R 105

Gear motors with worm gear

MVR 737/30/26
MVSP 742/26
MVSP 752/26

Encoders

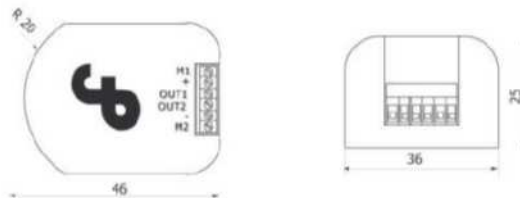
EB 04
EB 50

Nema Gearboxes

VSP 26 Nema 23
R 30 Q Nema 17
R 45 Nema 23
R 63 Nema 23
R 63 Nema 34
R 80 Nema 34

- Italiano
- German
- The Company
- Commercial department
- Samples
- Pdf Catalog
- Home

Optical encoder EB 50



Optical encoder monodirectional with 50 pulse every turn or bidirectional with 25 pulse every turn built for our motor type 615, 742.

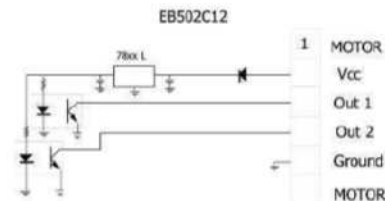
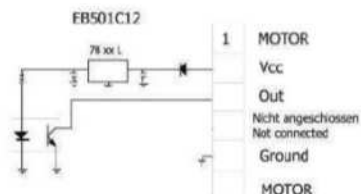
Power 6-24 Vdc.

Output open collector max 30 Vdc.

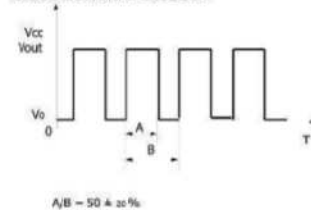
The motor 615 turn CCW connecting positive voltage to M1. The encoder is sold only assembled with our motors

The motor turn CW or CCW depending the output 1 or 2 go up before.

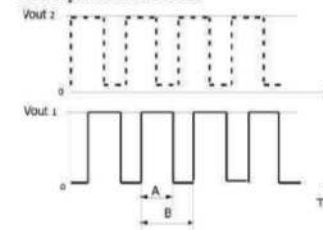
If not provided in the control card, it is necessary to connect a pull up resistance between each output and the positive power supply. The value of this resistance is calculated as 1/10 of the card input impedance and in any case must not be lower than 1 KOhm. It is possible to have other output configurations.



ENCODER EINSEITIG GERICHTET
UNIDIRECTIONAL ENCODER



ENCODER ZWEIFSEITIG GERICHTET
BIDIRECTIONAL ENCODER



For further informations please contact our technical department

BERNIO ELETTROMECCANICA SNC
Via M.CERVINO N.12 BRUGHERIO 20047 MILANO Tel ++39 039 870638 Fax ++39 039 877766
e-mail info@bernio.it - <http://www.bernio.it>



10.2.5. LM1577-15V



June 1999

LM1577/LM2577 Series SIMPLE SWITCHER® Step-Up Voltage Regulator

General Description

The LM1577/LM2577 are monolithic integrated circuits that provide all of the power and control functions for step-up (boost), flyback, and forward converter switching regulators. The device is available in three different output voltage versions: 12V, 15V, and adjustable.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are cost effective, and simple to use. Listed in this data sheet are a family of standard inductors and flyback transformers designed to work with these switching regulators.

Included on the chip is a 3.0A NPN switch and its associated protection circuitry, consisting of current and thermal limiting, and undervoltage lockout. Other features include a 52 kHz fixed-frequency oscillator that requires no external components, a soft start mode to reduce in-rush current during start-up, and current mode control for improved rejection of input voltage and output load transients.

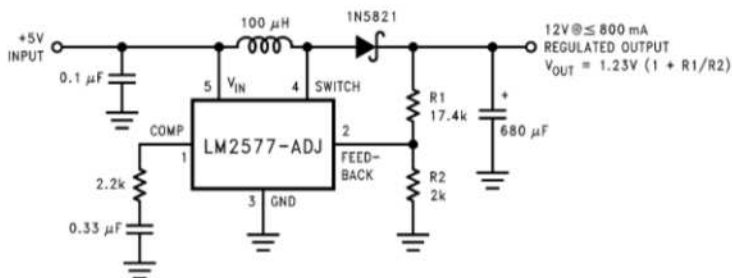
Features

- Requires few external components
- NPN output switches 3.0A, can stand off 65V
- Wide input voltage range: 3.5V to 40V
- Current-mode operation for improved transient response, line regulation, and current limit
- 52 kHz internal oscillator
- Soft-start function reduces in-rush current during start-up
- Output switch protected by current limit, under-voltage lockout, and thermal shutdown

Typical Applications

- Simple boost regulator
- Flyback and forward regulators
- Multiple-output regulator

Typical Application



Note: Pin numbers shown are for TO-220 (T) package.

DS011468-1

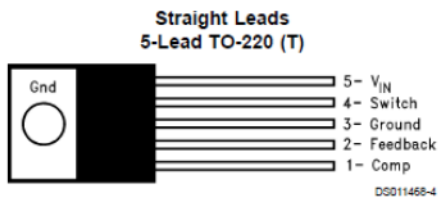
Ordering Information

Temperature Range	Package Type	Output Voltage			NSC Package Drawing	Package
		12V	15V	ADJ		
-40°C ≤ T _A ≤ +125°C	24-Pin Surface Mount	LM2577M-12	LM2577M-15	LM2577M-ADJ	M24B	SO
	16-Pin Molded DIP	LM2577N-12	LM2577N-15	LM2577N-ADJ	N16A	N
	5-Lead Surface Mount	LM2577S-12	LM2577S-15	LM2577S-ADJ	TS5B	TO-263
	5-Straight Leads	LM2577T-12	LM2577T-15	LM2577T-ADJ	T05A	TO-220
	5-Bent Staggered Leads	LM2577T-12	LM2577T-15	LM2577T-ADJ	T05D	TO-220
-55°C ≤ T _A ≤ +150°C	4-Pin TO-3	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03		
		LM1577K-12/883	LM1577K-15/883	LM1577K-ADJ/883	K04A	TO-3

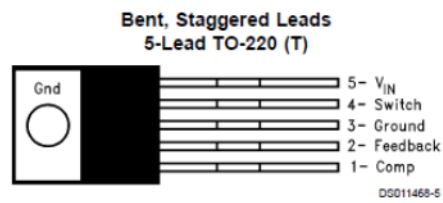
SIMPLE SWITCHER® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.



Connection Diagrams



Top View
Order Number LM2577T-12, LM2577T-15,
or LM2577T-ADJ
See NS Package Number T05A



Top View
Order Number LM2577T-12 Flow LB03, LM2577T-15
Flow LB03, or LM2577T-ADJ Flow LB03
See NS Package Number T05D



10.2.6. LM2599-5V



December 2000

LM2599

SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150 kHz 3A Step-Down Voltage Regulator, with Features

General Description

The LM2599 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, and an adjustable output version.

This series of switching regulators is similar to the LM2596 series, with additional supervisory and performance features added.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation†, improved line and load specifications, fixed-frequency oscillator, Shutdown/Soft-start, error flag delay and error flag output.

The LM2599 series operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 7-lead TO-220 package with several different lead bend options, and a 7-lead TO-263 Surface mount package.

A standard series of inductors (both through hole and surface mount types) are available from several different manufacturers optimized for use with the LM2599 series. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage under all conditions of input voltage and output load conditions, and $\pm 15\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring typically 80 μA

standby current. Self protection features include a two stage current limit for the output switch and an over temperature shutdown for complete protection under fault conditions.

Features

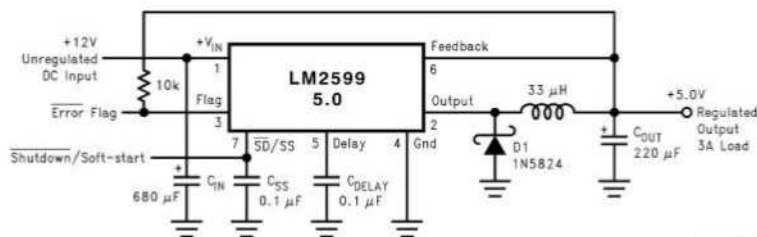
- 3.3V, 5V, 12V, and adjustable output versions
- Adjustable version output voltage range, 1.2V to 37V $\pm 4\%$ max over line and load conditions
- Guaranteed 3A output current
- Available in 7-pin TO-220 and TO-263 (surface mount) Package
- Input voltage range up to 40V
- 150 kHz fixed frequency internal oscillator
- Shutdown/Soft-start
- Out of regulation error flag
- Error output delay
- Low power standby mode, I_Q typically 80 μA
- High Efficiency
- Uses readily available standard inductors
- Thermal shutdown and current limit protection

Applications

- Simple high-efficiency step-down (buck) regulator
- Efficient pre-regulator for linear regulators
- On-card switching regulators
- Positive to Negative converter

Note: † Patent Number 5,382,918.

Typical Application (Fixed Output Voltage Versions)



00012682-1

SIMPLE SWITCHER® and Switchers Made Simple® are registered trademarks of National Semiconductor Corporation.

LM2599 SIMPLE SWITCHER Power Converter 150 kHz 3A Step-Down Voltage Regulator, with Features



LM2599

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Maximum Supply Voltage (V_{IN})	45V
\overline{SD} /SS Pin Input Voltage (Note 2)	6V
Delay Pin Voltage (Note 2)	1.5V
Flag Pin Voltage	$-0.3 \leq V \leq 45V$
Feedback Pin Voltage	$-0.3 \leq V \leq +25V$
Output Voltage to Ground (Steady State)	-1V
Power Dissipation	Internally limited
Storage Temperature Range	-65°C to $+150^{\circ}\text{C}$

ESD Susceptibility

Human Body Model (Note 3)	2 kV
Lead Temperature	
S Package	
Vapor Phase (60 sec.)	$+215^{\circ}\text{C}$
Infrared (10 sec.)	$+245^{\circ}\text{C}$
T Package (Soldering, 10 sec.)	$+260^{\circ}\text{C}$
Maximum Junction Temperature	$+150^{\circ}\text{C}$

Operating Conditions

Temperature Range	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$
Supply Voltage	4.5V to 40V

LM2599-5.0**Electrical Characteristics**

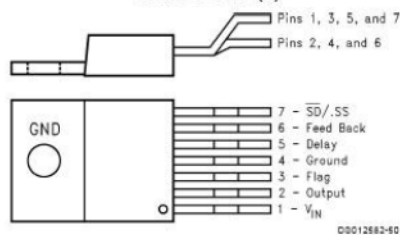
Specifications with standard type face are for $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2599-5.0		Units (Limits)
			Typ (Note 4)	Limit (Note 5)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 6) Test Circuit <i>Figure 1</i>					
V _{OUT}	Output Voltage	7V ≤ V _{IN} ≤ 40V, 0.2A ≤ I _{LOAD} ≤ 3A	5	4.800/4.750 5.200/5.250	V V(min) V(max)
η	Efficiency	V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 3A	80		%

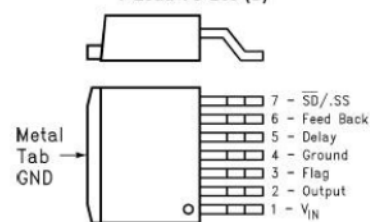
LM2599-ADJ**Electrical Characteristics**

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2599-ADJ		Units (Limits)
			Typ (Note 4)	Limit (Note 5)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 6) Test Circuit Figure 1					
V _{FB}	Feedback Voltage	4.5V ≤ V _{IN} ≤ 40V, 0.2A ≤ I _{LOAD} ≤ 3A V _{OUT} programmed for 3V. Circuit of Figure 1.	1.230	1.193/1.180 1.267/1.280	V V(min) V(max)
η	Efficiency	V _{IN} = 12V, V _{OUT} = 3V, I _{LOAD} = 3A	73		%

Connection Diagrams and Order Information**Bent and Staggered Leads, Through Hole Package**
7-Lead TO-220 (T)

Order Number LM2599T-3.3, LM2599T-5.0,
LM2599T-12 or LM2599T-ADJ
See NS Package Number TA07B

Surface Mount Package
7-Lead TO-263 (S)

Order Number LM2599S-3.3, LM2599S-5.0,
LM2599S-12 or LM2599S-ADJ
See NS Package Number TS7B



10.2.7. Bumpers

OMRON

Subminiature Basic Switch

SS

Subminiature Basic Switch Offers Long Life of 30,000,000 Operations

- A design that combines simplicity and stability by the use of two split springs ensures a long service life of 30,000,000 operations.
- A variety of models are available, with operating force ranging from low to high.
- Solder, quick-connect terminals (#110) and PCB terminals are available.
- Approval obtained for standards including UL, CSA, and VDE.



Ordering Information

■ Model Number Legend

SS-□□□□□
1 2 3 4 5

1. Ratings

10: 10.1 A at 125 VAC
5: 5 A at 125 VAC
01: 0.1 A at 30 VDC

2. Actuator

None: Pin plunger
GL: Hinge lever
GL13: Simulated roller lever
GL2: Hinge roller lever

3. Maximum Operating Force (see note 1)

None: 1.47 N (150 gf)
-F: 0.49 N (50 gf) (0.1 A, 5 A)
-E: 0.25 N (25 gf) (0.1 A)

4. Contact Form

None: SPDT
-2: SPST-NC
-3: SPST-NO

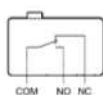
5. Terminals

None: Solder terminals
T: Quick-connect terminals (#110)
D: PCB terminals (see note 2)

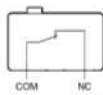
- Note:**
1. These values are for the pin plunger models.
 2. The PCB terminals has a right-angle terminal option.
D1: Left-angled terminals
D2: Right-angled terminals
 3. When suffix "-T" is placed after the model number, the model withstands high temperatures (~25°C to 120°C).

■ Contact Form

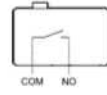
SPDT



SPST-NC















SPST-NO





■ List of Models

Rating	Actuator	OF max.	Solder terminals	Quick-connect terminals (#110)	PCB terminals
0.1 A	Pin plunger 	0.25 N (25 gf)	SS-01-E	SS-01-ET	SS-01-ED
		0.49 N (50 gf)	SS-01-F	SS-01-FT	SS-01-FD
		1.47 N (150 gf)	SS-01	SS-01T	SS-01D
	Hinge lever 	0.08 N (8 gf)	SS-01GL-E	SS-01GL-ET	SS-01GL-ED
		0.16 N (16 gf)	SS-01GL-F	SS-01GL-FT	SS-01GL-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-01GL	SS-01GLT	SS-01GLD
	Simulated roller lever 	0.08 N (8 gf)	SS-01GL13-E	SS-01GL13-ET	SS-01GL13-ED
		0.16 N (16 gf)	SS-01GL13-F	SS-01GL13-FT	SS-01GL13-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-01GL13	SS-01GL13T	SS-01GL13D
	Hinge roller lever 	0.08 N (8 gf)	SS-01GL2-E	SS-01GL2-ET	SS-01GL2-ED
		0.16 N (16 gf)	SS-01GL2-F	SS-01GL2-FT	SS-01GL2-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-01GL2	SS-01GL2T	SS-01GL2D
5 A	Pin plunger 	0.49 N (50 gf)	SS-5-F	SS-5-FT	SS-5-FD
		1.47 N (150 gf)	SS-5	SS-5T	SS-5D
	Hinge lever 	0.16 N (16 gf)	SS-5GL-F	SS-5GL-FT	SS-5GL-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-5GL	SS-5GLT	SS-5GLD
	Simulated roller lever 	0.16 N (16 gf)	SS-5GL13-F	SS-5GL13-FT	SS-5GL13-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-5GL13	SS-5GL13T	SS-5GL13D
	Hinge roller lever 	0.16 N (16 gf)	SS-5GL2-F	SS-5GL2-FT	SS-5GL2-FD
		0.49 N (50 gf)	SS-5GL2	SS-5GL2T	SS-5GL2D
10.1 A	Pin plunger 	1.47 N (150 gf)	SS-10	SS-10T	SS-10D
	Hinge lever 	0.49 N (50 gf)	SS-10GL	SS-10GLT	SS-10GLD
	Simulated roller lever 	0.49 N (50 gf)	SS-10GL13	SS-10GL13T	SS-10GL13D
	Hinge roller lever 	0.49 N (50 gf)	SS-10GL2	SS-10GL2T	SS-10GL2D

Note: Consult your OMRON sales representative for details on SPST-NO and SPST-NC models.



Specifications

■ Ratings

Model	Rated voltage	Item Resistive load
SS-10	250 VAC	10.1 A
SS-5	125 VAC 250 VAC	5 A 3 A
SS-01	125 VAC 30 VDC	0.1 A 0.1 A

Note: The ratings values apply under the following test conditions:
 Ambient temperature: 20±2°C
 Ambient humidity: 65±5%
 Operating frequency: 30 operations/min

■ Switching Capacity per Load (Reference Values)

Voltage	SS-10, SS-5								SS-01	
	Non-inductive load				Inductive load				Non-inductive load	
	Resistive load		Lamp load		Inductive load		Motor load		Resistive load	
	NC	NO	NC	NO	NC	NO	NC	NO	NC	NO
125 VAC	5 (10.1) A (see note 1)		1.5 A	0.7 A	3 A		2.5 A	1.3 A	0.1 A	
250 VAC	3 (10.1) A (see note 1)		1 A	0.5 A	2 A		1.5 A	0.8 A	---	
8 VDC	5 (10.1) A (see note 1)		2 A		5 A	4 A	3 A		0.1 A	
14 VDC	5 (10.1) A (see note 1)		2 A		4 A	4 A	3 A		0.1 A	
30 VDC	4 A		2 A		3 A	3 A	3 A		0.1 A	
125 VDC	0.4 A		0.05 A		0.4 A	0.4 A	0.05 A		---	
250 VDC	0.2 A		0.03 A		0.2 A	0.2 A	0.03 A		---	

Note: 1. Data in parentheses apply to the SS-10 models only.
 2. The above values are for the steady-state current.
 3. Inductive load has a power factor of 0.4 min. (AC) and a time constant of 7 ms max. (DC). The inductive load rating of SS-10 is the same as that of SS-5.
 4. Lamp load has an inrush current of 10 times the steady-state current.
 5. Motor load has an inrush current of 6 times the steady-state current.
 6. If the Switch is used in a DC circuit and is subjected to a surge, connect a surge suppressor across the Switch.



■ Characteristics

Operating speed	0.1 mm to 1 m/s (pin plunger models)
Operating frequency	Mechanical: 400 operations/min max. Electrical: 30 operations/min max.
Insulation resistance	100 M Ω min. (at 500 VDC)
Contact resistance (initial value)	OF 1.47 N (150 gf): SS-10, SS-5 models: 30 m Ω max. SS-01 models: 50 m Ω max. OF 0.49 N (50 gf): SS-5 models: 50 m Ω max. SS-01 models: 100 m Ω max. OF 0.25 N (25 gf): SS-01 models: 150 m Ω max.
Dielectric strength (see note 2)	1,000 VAC (600 VAC for SS-01 models), 50/60 Hz for 1 min between terminals of the same polarities 1,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min between current-carrying metal part and ground, and between each terminal and non-current-carrying metal part
Vibration resistance (see note 3)	Malfunction: 10 to 55 Hz, 1.5-mm double amplitude
Shock resistance (see note 4)	Destruction: OF 1.47 N (150 gf): 1,000 m/s ² (approx. 100G) max. OF 0.25 N (25gf)/0.49 N (50 gf): 500 m/s ² (approx. 50G) max. Malfunction: OF 1.47 N (150 gf): 300 m/s ² (approx. 30G) max. OF 0.25 N (25 gf)/0.49 N (50 gf): 200 m/s ² (approx. 20G) max.
Durability (see note 5)	Mechanical: 30,000,000 operations min. (60 operations/min) (Refer to the following <i>Engineering Data</i> .) 10,000,000 operations min. (60 operations/min) for SS-10 models Electrical: 200,000 operations min. (30 operations/min) (Refer to the following <i>Engineering Data</i> .) 50,000 operations min. (30 operations/min) for SS-10 models
Degree of protection	IEC IP40
Degree of protection against electrical shock	Class 1
Proof Tracking Index (PTI)	175
Ambient operating temperature	-25°C to 85°C (at ambient humidity of 60% max.) (with no icing)
Ambient operating humidity	85% max. (for 5°C to 35°C)
Weight	Approx. 1.6 g (pin plunger models)

- Note:**
1. The data given above are initial values.
 2. The dielectric strength shown in the table indicates a value for models with a Separator.
 3. For the pin plunger models, the above values apply for use at both the free position and total travel position. For the lever models, they apply at the total travel position.
 4. Lever-type models: Total travel position (with a contact separation time of 1 ms max.)
 5. For testing conditions, contact your OMRON sales representative.

■ Approved Standards

Consult your OMRON sales representative for specific models with standard approvals.

UL1054 (File No. E41515)/CSA C22.2 No. 55 (File No. LR21642)

Rated voltage	SS-10	SS-5	SS-01
125 VAC	---	5 A	0.1 A
250 VAC	10.1 A	3 A	---
30 VDC	---	---	0.1 A

EN61058-1 (File No. 129246 for SS-5, 125256 for SS-10, VDE approval)

Rated voltage	SS-10	SS-5
250 VAC	10 A	5 A

EN61058-1 (File No. J9451450, TÜV Rheinland approval)

Rated voltage	SS-10	SS-5
250 VAC	10 A	5 A

Testing conditions: 5E4 (50,000 operations); T85 (0°C to 85°C).

■ Contact Specifications

Item	SS-10	SS-5	SS-01
Contact	Specification	Rivet	Crossbar
	Material	Silver alloy	Silver
	Gap (standard value)	0.5 mm	0.25 mm
Inrush current	NC	20 A max.	1 A max.
	NO	15 A max.	10 A max.
Minimum applicable load (see note)	160 mA at 5 VDC	10 A max.	1 mA at 5 VDC

Note: For more information on the minimum applicable load, refer to *Using Micro Loads* on page 175.



10.2.8. GP2D1

SHARP

GP2D12/GP2D15

GP2D12/GP2D15

General Purpose Type Distance Measuring Sensors

■ Features

1. Less influence on the color of reflective objects, reflectivity
2. Line-up of distance output/distance judgement type
 - Distance output type (analog voltage) : **GP2D12**
 - Detecting distance : 10 to 80cm
 - Distance judgement type : **GP2D15**
 - Judgement distance : 24cm
 - (Adjustable within the range of 10 to 80cm)
3. External control circuit is unnecessary
4. Low cost

■ Applications

1. TVs
2. Personal computers
3. Cars
4. Copiers

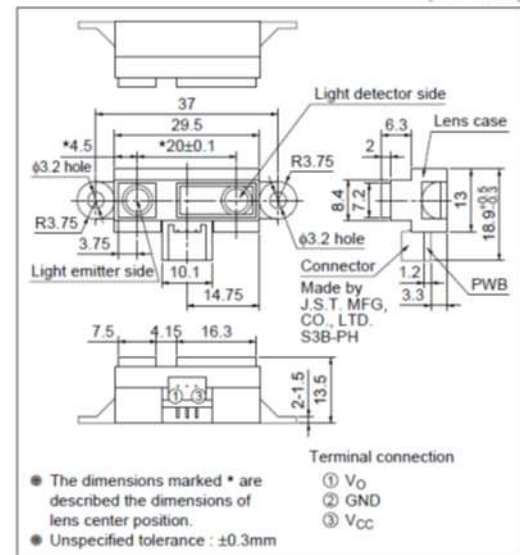
■ Absolute Maximum Ratings

(Ta=25°C, Vcc=5V)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	Vcc	-0.3 to +7	V
Output terminal voltage	Vo	-0.3 to Vcc+0.3	V
Operating temperature	T _{op}	-10 to +60	°C
Storage temperature	T _{stg}	-40 to +70	°C

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)





■ Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating supply voltage	V _{CC}	4.5 to +5.5	V

■ Electro-optical Characteristics

(T_a=25°C, V_{CC}=5V)

Parameter		Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Distance measuring range		ΔL	^{*1} ^{*3}	10	—	80	cm
Output terminal voltage	GP2D12	V _O	L=80cm ^{*1}	0.25	0.4	0.55	V
	GP2D15	V _{OH}	Output voltage at High ^{*1}	V _{CC} -0.3	—	—	V
		V _{OL}	Output voltage at Low ^{*1}	—	—	0.6	V
Difference of output voltage	GP2D12	ΔV _O	Output change at L=80cm to 10cm ^{*1}	1.75	2.0	2.25	V
Distance characteristics of output	GP2D15	V _O	^{*1} ^{*2} ^{*4}	21	24	27	cm
Average Dissipation current		I _{CC}	L=80cm ^{*1}	—	33	50	mA

Note) L : Distance to reflective object.

^{*1} Using reflective object : White paper (Made by Kodak Co. Ltd. gray cards R-27 : white face, reflective ratio : 90%).

^{*2} We ship the device after the following adjustment : Output switching distance L=24cm±3cm must be measured by the sensor.

^{*3} Distance measuring range of the optical sensor system.

^{*4} Output switching has a hysteresis width. The distance specified by V_O should be the one with which the output L switches to the output H.

Fig.1 Internal Block Diagram

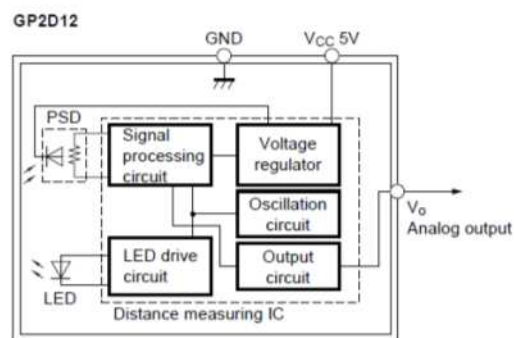
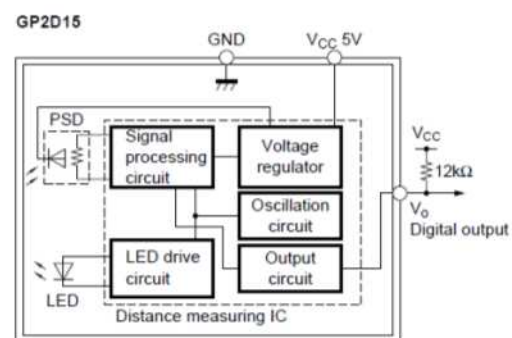
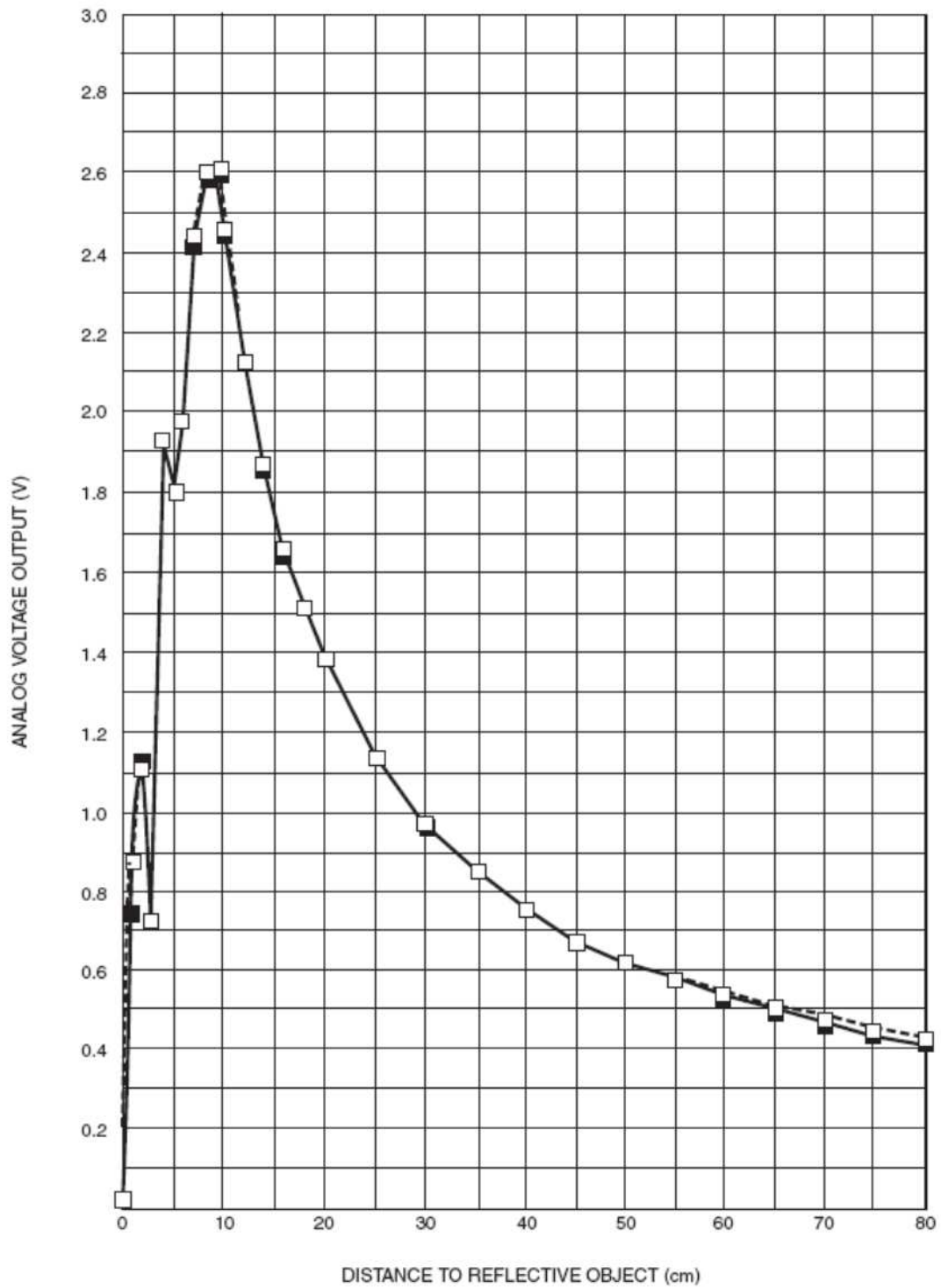


Fig.2 Internal Block Diagram







10.2.9. GP2D120

SHARP

GP2D120 Optoelectronic Device

FEATURES

- Analog output
- Effective range: 4 to 30 cm
- Typical response time: 39 ms
- Typical start up delay: 44 ms
- Average Current Consumption: 33 mA

DESCRIPTION

The GP2D120 is a distance measuring sensor with integrated signal processing and analog voltage output.

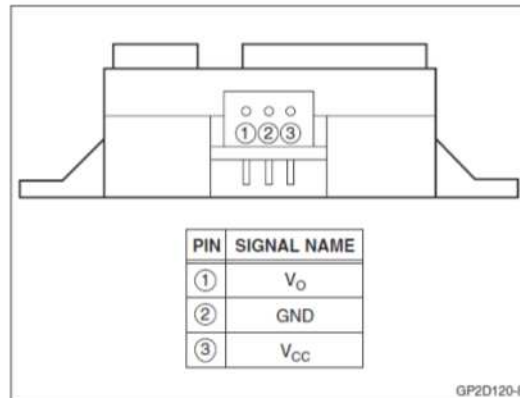


Figure 1. Pinout

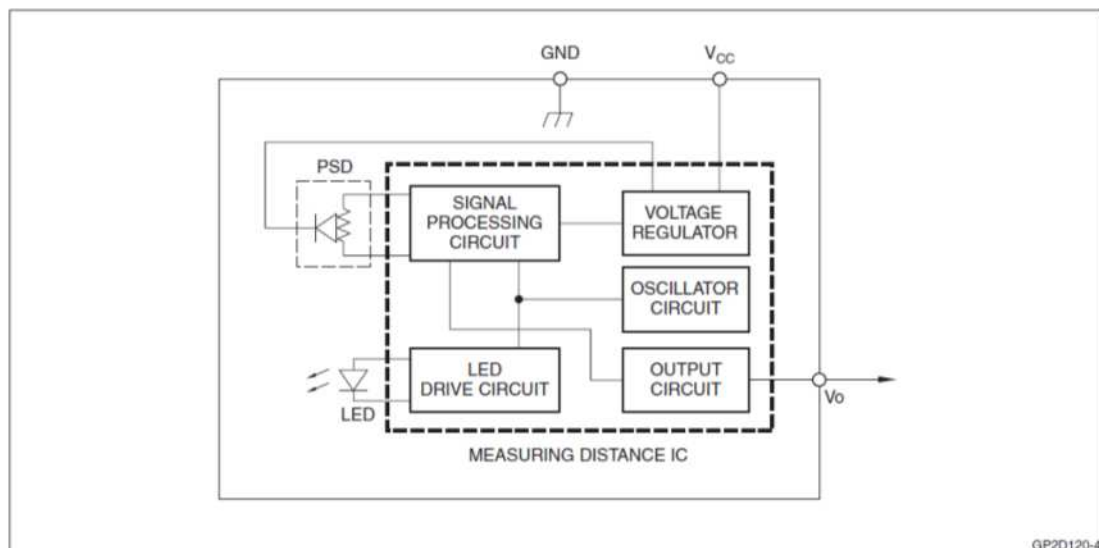


Figure 2. Block Diagram



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Absolute Maximum Ratings

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	V_{CC}	-0.3 to +7	V
Output Terminal Voltage	V_O	-0.3 to ($V_{CC} + 0.3$)	V
Operating Temperature	T_{opr}	-10 to +60	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +70	$^\circ\text{C}$

Operating Supply Voltage

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Operating Supply Voltage	V_{CC}	4.5 to 5.5	V

Electro-optical Characteristics

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	ΔL		4	—	30	cm	1, 2
Output Terminal Voltage	V_O	$L = 30\text{ cm}$	0.25	0.4	0.55	V	1, 2
Output Voltage Difference	ΔV_O	Output change at ΔL (30 cm – 4 cm)	1.95	2.25	2.55	V	1, 2
Average Supply Current	I_{CC}	$L = 30\text{ cm}$	—	33	50	mA	1, 2

NOTES:

- Measurements made with Kodak R-27 Gray Card, using the white side, (90% reflectivity).
- L = Distance to reflective object.

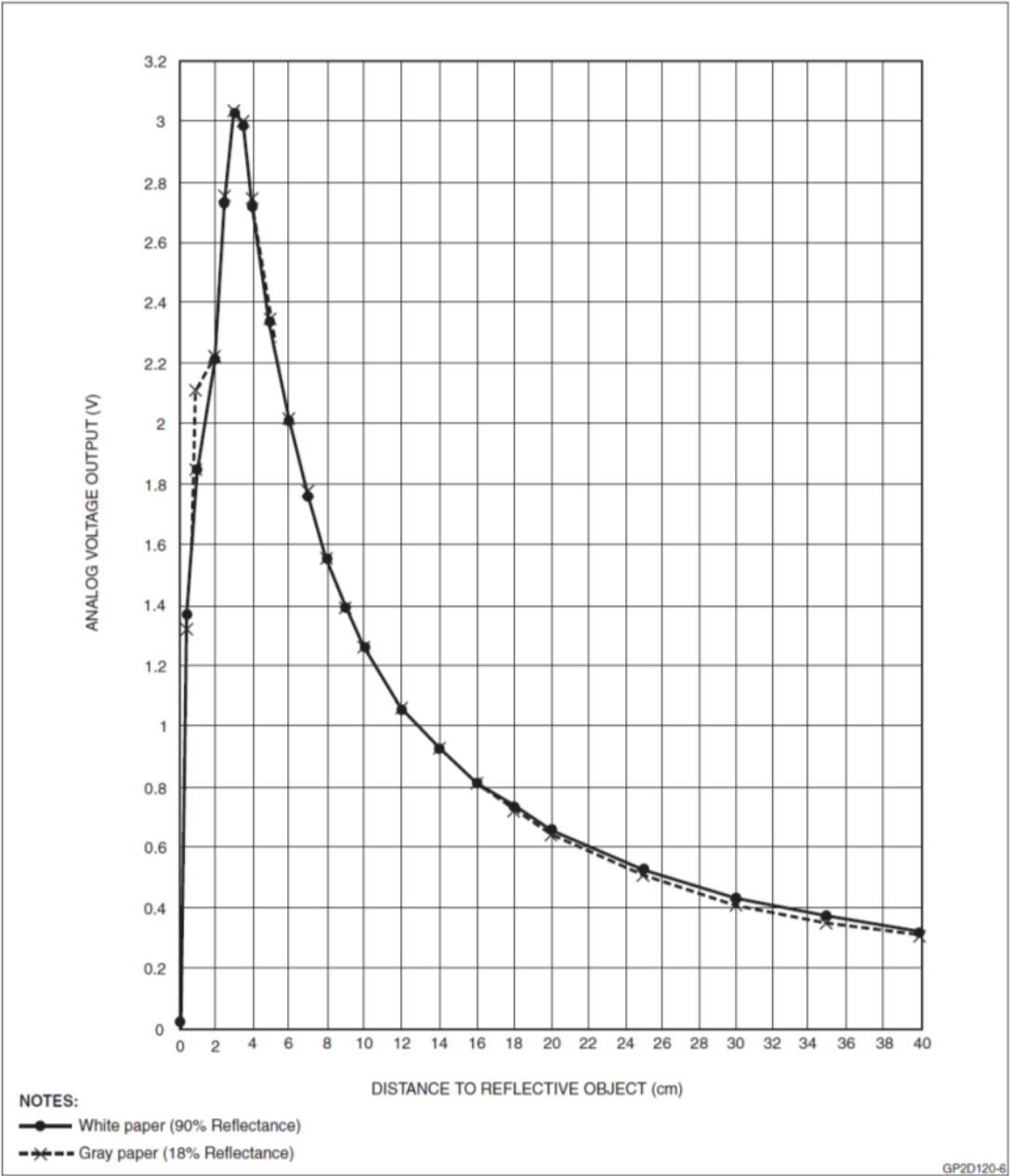
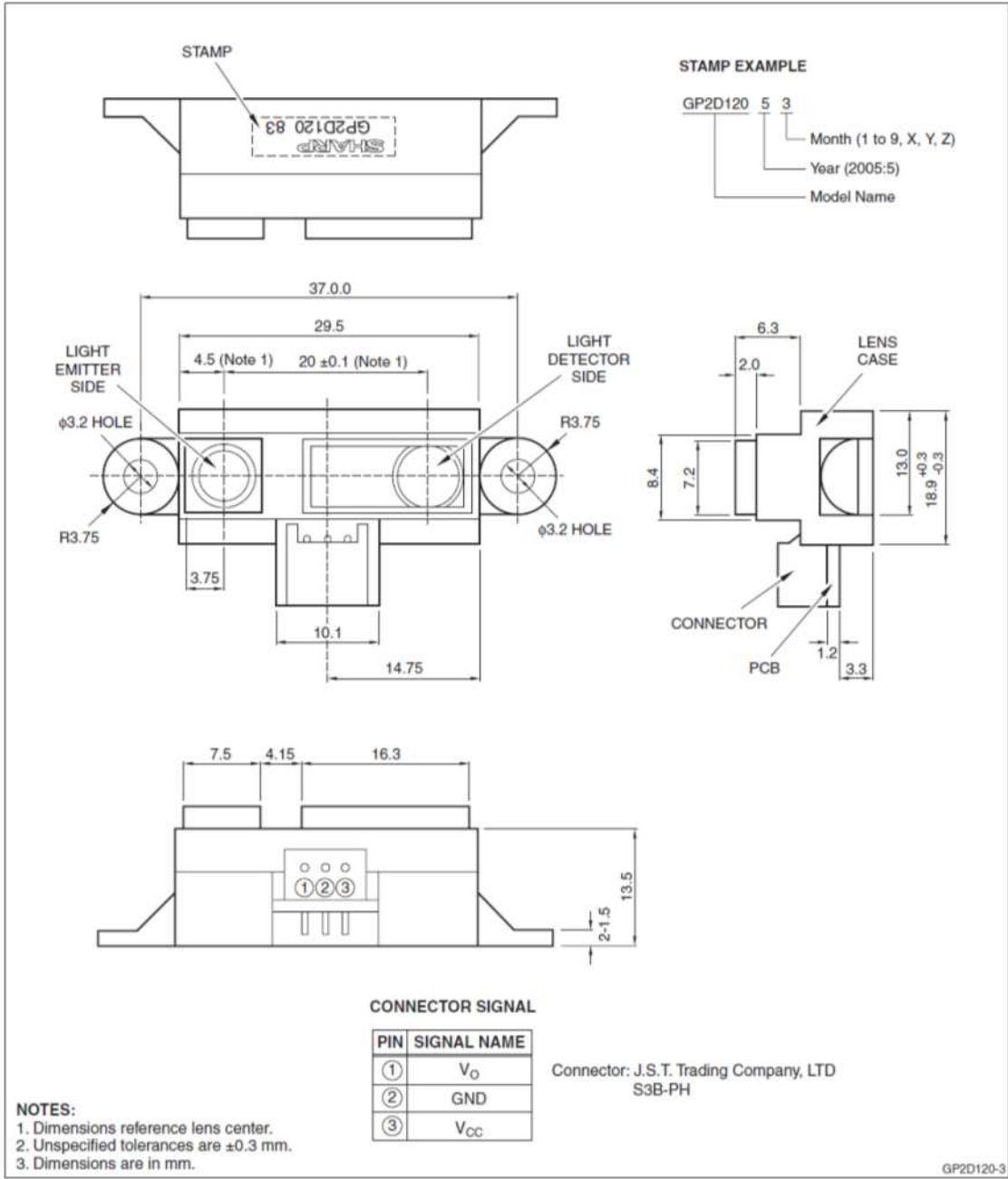


Figure 4. GP2D120 Example of Output Distance Characteristics

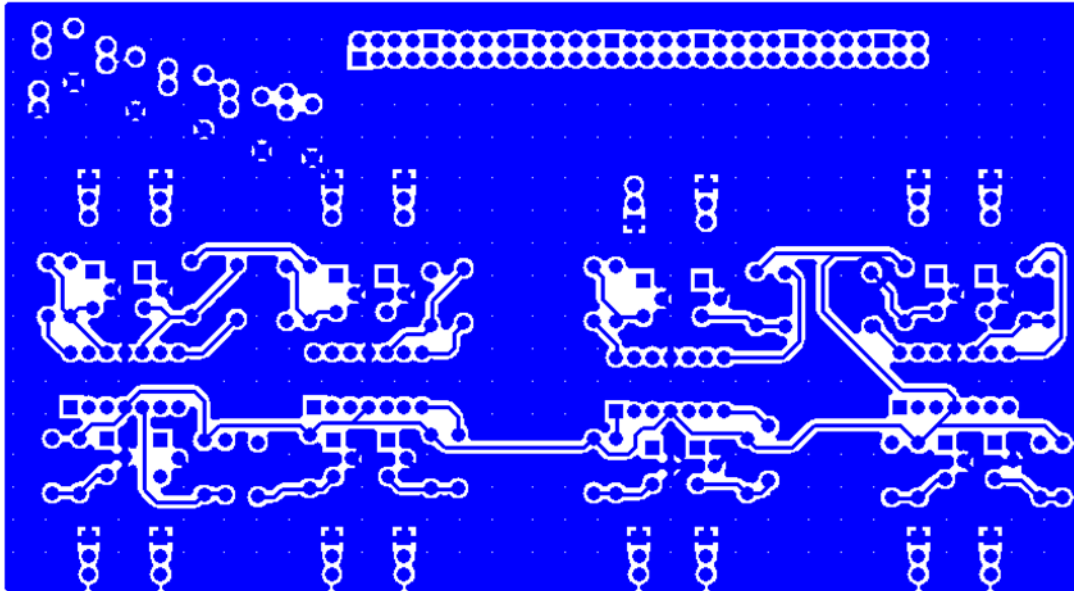


PACKAGE SPECIFICATIONS

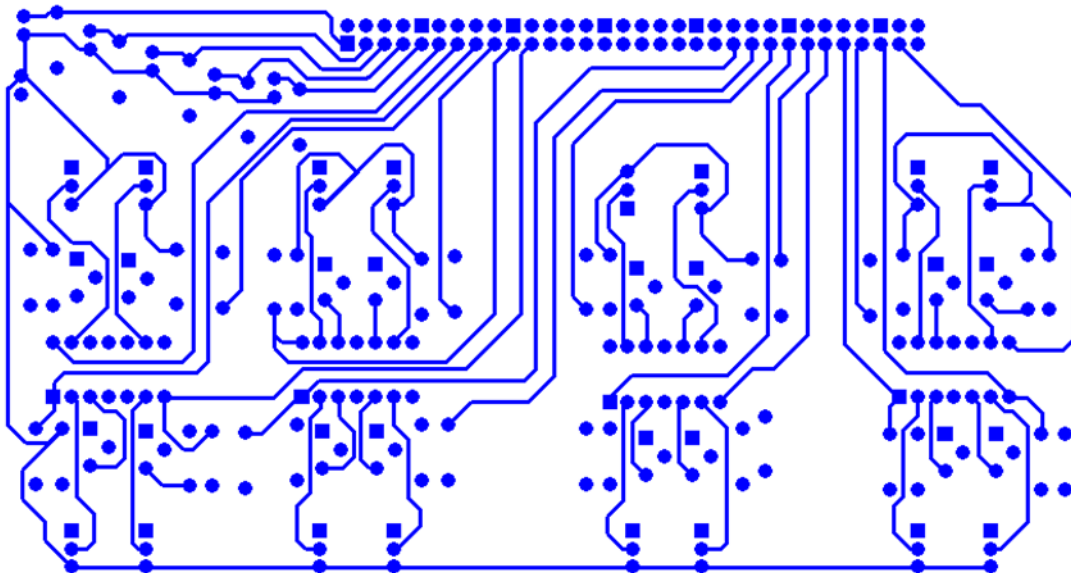


10.3. Circuitos impresos

10.3.1. Capa top placa sensorial:

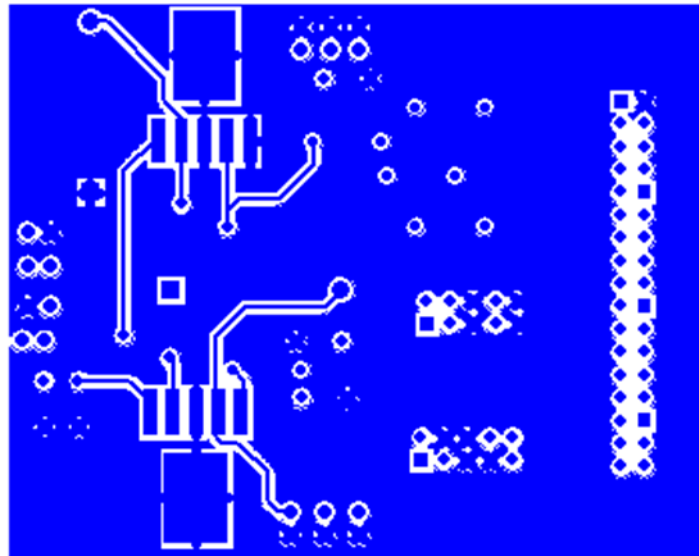


10.3.2. Capa bottom placa sensorial:





10.3.3. Capa top placa de potencia



10.3.4. Capa bottom placa de potencia

